

DIE

ANWENDUNG DER ELEKTRICITÄT

IN DER

PRAKTISCHEN MEDICIN.





DIE

ANWENDUNG DER ELEKTRICITÄT

IN DER

PRAKTISCHEN MEDICIN.

VON

DR. B. A. ERDMANN,
KÖNIGL. SÄCHS. MED.-RATH UND PRAKT. ARZT IN DRESDEN.

Vierte, ganz umgearbeitete Auflage
von Duchenne-Erdmann, die örtliche Anwendung der Elektricität in der Physiologie, Pathologie und Therapie.

Mit 72 eingedruckten Holzschnitten.



LEIPZIG,
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.
1877.

Vorwort.

Im Jahre 1855 veranlasste mich DUCHENNE DE BOULOGNE sein Werk: „De l'électrisation localisée et de son application à la physiologie, à la pathologie et à la thérapeutique" ins Deutsche zu übertragen. Da mir jedoch eine reine Uebersetzung des umfänglichen Buches nicht wünschenswerth und die Anpassung seiner Form an die deutschen Bedürfnisse nicht geeignet erschien, so entschloss ich mich zu einer freien Bearbeitung des Werkes. So entstand die erste Auflage dieses Buches, dem in der Hauptsache der Kern des DUCHENNE'schen Werkes zu Grunde lag, wobei ich jedoch durch Aufnahme der in Deutschland gemachten, zum Theil mir selbst angehörigen Erfahrungen der Arbeit den Werth der Selbstständigkeit zu geben suchte.

Das Buch fand so günstige Aufnahme, dass schon nach kurzer Zeit eine zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage erscheinen konnte, die mit dem gleichen Wohlwollen wie die frühere aufgenommen wurde.

Die rasche Entwickelung der Elektrotherapie machte nach zwei Jahren das Erscheinen einer dritten Auflage (1860) nothwendig, die in vielen Stücken neu bearbeitet werden musste und sich abermals einer günstigen Aufnahme erfreute.

Eine lange Reihe von Jahren ist seitdem dahingegangen und das Buch schien seine Sendung erfüllt zu haben, da das ärztliche Publikum in einer grossen Anzahl neuerer, zum Theil trefflicher Arbeiten hinreichende Gelegenheit fand, sich mit dem jungen Zweig der Heilkunde bekannt zu machen.

Ueberraschend musste mir deshalb die Mittheilung der Verlagshandlung sein, dass von verschiedenen Seiten auch jetzt noch Nach-

fragen nach meinem Buche stattgefunden hätten und dass eine neue Auflage desselben erwünscht sei.

Die Schwierigkeiten dieser Aufgabe nicht verkennend, konnte ich mich nur nach längerem Zaudern und dem Rathe befreundeter Fachgenossen folgend entschliessen, eine den heutigen Bedürfnissen entsprechende vollständige Umarbeitung des Buches vorzunehmen.

Nur einzelne Abschnitte des ersten und zweiten Theiles konnten mit einfachen Zusätzen und Verbesserungen in die vorliegende Auflage aufgenommen werden.

Die Zahl der Krankengeschichten ist bedeutend verringert und habe ich von den älteren Beobachtungen Duchenne's nur solche beibehalten, welche ein ganz besonderes Interesse und gewissermaassen eine historische Berechtigung und Bedeutung haben.

Der dritte Theil des Buches ist fast vollständig neu geschrieben und habe ich darin neben den Beobachtungen neuerer ausgezeichneter Fachgenossen meine auf 23jähriger elektrotherapeutischer Praxis beruhenden Erfahrungsresultate in anspruchsloser Weise mitgetheilt.

Bei der Bearbeitung des grössten Theils des Abschnitts „die Krankheiten des Rückenmarks“ habe ich mich der Unterstützung des Herrn Dr. F. Mossdorf und Dr. E. Ritter in Dresden zu erfreuen gehabt. Beiden verehrten Collegen sei auch hier mein herzlichster Dank ausgesprochen.

Die Anwendung der Elektricität in der operativen Chirurgie als Elektrolyse und Galvanokaustik ist in der neueren Zeit durch eine ergiebige Literatur zu einer speciellen Disciplin ausgebildet worden, von deren Darstellung ich deshalb in der vorliegenden Auflage abgesehen habe.

Möge das Buch auch in der neuen Bearbeitung von dem ärztlichen Publikum mit Wohlwollen aufgenommen werden.

Dresden, im Juli 1877.

Dr. B. A. Erdmann.

Inhalt.

Erster Theil.

Zweiter Theil.

Dritter Theil.

Erster Theil.

Physikalische und physiologische Wirkungen der Elektricität im Allgemeinen.

Einleitung.

Die Anwendung der Elektricität in der Heilkunde ist nicht neu, denn wir finden schon im Alterthum Andeutungen davon. Ob die Griechen die ihnen bekannten elektrischen Eigenschaften des Bernsteins in der Medicin benutzt haben, wissen wir nicht, wohl aber erzählt man, dass die Römer die Elektricität des Zitterrochens (*Raja torpedo*), dessen Fleisch sie übrigens häufig genossen, zu Heilzwecken benutzten und ein römischer Arzt, Scribonius Largus, soll Kopfweh und Podagra dadurch geheilt haben, dass er die Füsse der Kranken in ein mit Wasser gefülltes Becken setzen liess, in welchem sich der Zitterrochen befand.

Obwohl Plinius, Hippokrates und Galen ebenfalls die elektrischen Eigenschaften des Bernsteins und Zitterrochens gekannt haben sollen, so scheinen sie doch keine Anwendung davon in der Medicin gemacht zu haben, wie wir überhaupt aus der folgenden Zeit keine Mittheilungen über medicinische Anwendungen der Elektricität haben. Auch im Mittelalter rühmte Paracelsus nur die Kraft des Magneteisens als ein in der Heilkunde unentbehrliches Mittel, erwähnt aber Nichts von Heilungen durch Elektricität.

Erst nach Erfindung der Elektrisirmaschine finden wir eigentliche Beobachtungen von Heilungen durch Elektricität z. B. von Kratzenstein in Halle, Krüger in Helmstädt 1744, denen viele andere folgten, so Jacob Klyn, der durch die Entladungen der Leydener Flasche eine Frau heilte, welche seit zwei Jahren gelähmt war. Augustin (Versuch einer Geschichte der Elektricität und ihrer medicinischen Anwendung. Berlin 1803, S. 248) erzählt, er habe durch „oft wiederholte gelinde Commotionen mit der Kleistischen Flasche halbseitige Lähmungen gehoben". Ferner erwähne ich noch Nollet und Privata in Venedig, sowie einen schwedischen Arzt Zindult, welcher letztere 1753 die Elektricität zur Behandlung der Chorea anwandte.

Schon damals glaubte DUFAY in dem elektrischen Agens das Nervenfluidum gefunden zu haben und somit auch eine Panacee gegen alle Nervenkrankheiten, gegen die nun auch die Elektricität in den verschiedensten, oft abenteuerlichen Anwendungsweisen, von denen noch heute manche Aerzte träumen, gebraucht wurde. In dieser Zeit wollte die Société royale de médecine zu Paris den wahren Werth der Elektricität bei der Behandlung der Lähmungen ergründen und ernannte 1773 zur Ermittlung desselben eine Commission und diese MAUDUYT als Berichterstatter. MAUDUYT verkündete in seinem Berichte, dass man alle Lähmungen, Rheumatismen, Katarakten, Amaurosen, Katalepsie u. s. w. durch Elektricität heilen könne. Allein trotz diesem glänzenden Berichte, oder vielleicht in Folge desselben, trotz mancher schönen Arbeiten, die in dieser Zeit verfasst wurden, kam es zu keinem wissenschaftlichen Aufschwunge in der medicinischen Elektricität. Es wurde dieselbe in einer meist sinnlosen Weise und in den unpassenden Fällen angewandt, so dass die Erfolge den gehegten Erwartungen nicht entsprachen. Charlatane bemächtigten sich des Heilmittels und suchten durch erschütternde Wirkungen mächtiger Elektrisirmaschinen den Laien zu imponiren. Der Glaube der gebildeten Aerzte aber an die Heilwirkungen der Elektricität schwand mehr und mehr und machte einer vollkommenen Vernachlässigung Platz.

GALVANI's glückliche Entdeckung der Berührungselektricität (1789) und die Erfindung der VOLTA'schen Säule (1800) brachten jedoch wieder ein regeres Leben in die Bestrebungen der physiologischen und ärztlichen Forscher, von denen ich namentlich HUMBOLDT, PFAFF, REIL, LICHTENSTEIN, BISCHOFF anführe. Mit wahrhaft bewundernswerthem Eifer suchte man einmal die Beziehungen der Elektricität zum thierischen Organismus, so wie die nach GALVANI bestehende thierische Elektricität selbst zu erforschen, und andererseits auch die Wirkungen der Volta'schen Säule in der Medicin nutzbar zu machen. Aus dieser Zeit sind besonders hervorzuheben: GRAPENGIESSER (Versuch den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden. Berlin 1801); JACOBI in Eutin (Erfahrungen über die Heilkräfte des Galvanismus. Hamburg 1802); CRÈVE und SARLANDIÈRE, der Erfinder der Elektropunktur. Besonders interessant ist das Buch von Dr. FR. MOST („über die grossen Heilkräfte des in unseren Tagen mit Unrecht vernachlässigten Galvanismus u. s. w.“ Lüneburg 1823), worin der galvanische Strom als das grösste und mächtigste Heilmittel bezeichnet wird. Seine Wirkung sei reizend, erschütternd, belebend

nicht allein für das Muskel- und Nervensystem, sondern auch für die organische Faser überhaupt; er befördere die Productionskraft im Menschen, erwecke das bereits schlummernde Leben und wirke wohlthuend selbst auf das Gemüth u. s. w.

So glaubte man in der neuen Elektricitätsart abermals ein Universalmittel gefunden zu haben, und da bald Marktschreier die Wunderkräfte des Galvanismus priesen, so darf es nicht Wunder nehmen, dass nüchterne Aerzte mit Verachtung ein solches Heilmittel betrachteten, dem nun auch der Mesmerismus u. s. w. beigemischt wurde. Es ist die Geschichte der Elektricität jener Zeit von ausserordentlichem Interesse; doch liegt es nicht im Zweck unseres Buches, dieselbe ausführlich zu verfolgen, und ich verweise desshalb auf die treffliche Darstellung der wissenschaftlichen Kämpfe jener Zeit in Dubois-Reymond's Untersuchungen über thierische Elektricität Bd. 1.

Erst in späterer Zeit, seitdem Oerstedt 1820 den Elektromagnetismus und Faraday 1831 die Inductionselektricität entdeckt hatten, finden wir wiederum die Gelehrten aller Länder bestrebt, die Gesetze der Elektrophysiologie zu erforschen und in der praktischen Medicin zu verwerthen. Die Erfindung passender Apparate unterstützte wesentlich eine verbreitete Anwendung der Elektricität, und so müssen wir als nennenswerthe unser Gebiet speciell angehende Leistungen betrachten: die Erfindung und Verbesserung der magnetelektrischen Rotationsmaschinen, sowie die Construction der (voltaelektrischen) Inductionsapparate und deren Verbesserungen durch Aerzte und Mechaniker.

Die bedeutendsten Forscher der neueren Zeit haben die verschiedenartigen Wirkungen der Elektricität in fast allen Gebieten der Heilkunde zu verwerthen gesucht, und ich will beispielsweise nur folgende Namen anführen: Marshal-Hall, Golding Bird und namentlich auch Middeldorpff, der die thermische Wirkung des galvanischen Stromes in der operativen Chirurgie einbürgerte. Aber erst mit Duchenne de Boulogne beginnt eine neue Aera für die wissenschaftliche Anwendung der Elektricität in der Medicin und die von ihm begründete Methode der Localisirung des elektrischen Stromes ist die Grundlage für alle späteren Arbeiten geworden, die von dieser Zeit an in grosser Menge veröffentlicht wurden. Duchenne überreichte zuerst 1847 der Pariser Akademie der Wissenschaften eine Note: De l'art de limiter l'excitation électrique dans les organes sans piquer ni inciser la peau, nouvelle méthode d'électrisation, appelée électrisation localisée. Dieser Mittheilung folgten dann in den näch-

sten Jahren eine grosse Anzahl von elektrophysiologischen und elektrotherapeutischen Arbeiten[1]), und als die medicinische Gesellschaft zu Gent für das Jahr 1852 die „Wirksamkeit der Elektricität in der Behandlung von Krankheiten" zum Gegenstand einer Preisaufgabe gemacht hatte, wurde der erste Preis DUCHENNE DE BOULOGNE zuerkannt. Den zweiten Preis bei dem Concurs erhielt Dr. MORITZ MEYER in Berlin, der DUCHENNE's neue Methode der rationellen Anwendung der Elektricität adoptirte und zu deren Verwerthung in der praktischen Medicin wesentlich beitrug[2]).

So wurden viele tüchtige Kräfte angeregt, die mit grossem Eifer auf dem angebahnten Wege fortschritten und die Literatur der Elektrotherapie bereicherten. Von ihnen nenne ich nur ALTHAUS[3]), BAIERLACHER[4]), FICK[5]), HEIDENREICH[6]) und SCHULZ[7]).

Vor allen aber war es REMAK[8]), welcher, zunächst durch DUCHENNE's Werk veranlasst, dahin strebte, „dem elektrischen Strome einen grösseren auf physiologischer Grundlage ruhenden Wirkungskreis zu sichern." Ein harter Kampf entspann sich zwischen DUCHENNE und REMAK über die Methode der directen oder indirecten elektrischen Reizung der Muskeln, ein Kampf, der heute nach dem Tode beider Streiter kein Interesse mehr haben kann. Durch ihn aber wurde damals VON ZIEMSSEN[9]) veranlasst, Studien über die Elektricität in der Medicin zu machen, die in hohem Grade segensreich für die junge Wissenschaft geworden sind.

1) Diese Abhandlungen erschienen vereinigt in einem grösseren Werke: De l'électrisation localisée et de son application à la physiologie, à la pathologie et à la thérapeutique par le docteur DUCHENNE (de Boulogne). Paris, J. Baillière. 1855. (II Edit. 1861. III Edit. 1870). — Mit Zugrundelegung dieses Werkes bearbeitete Dr. B. A. ERDMANN in Dresden sein Buch: Die örtliche Anwendung der Elektricität in der praktischen Medicin. Leipzig, J. A. Barth. 1856. 2. Aufl. 1858. 3. Aufl. 1860.

2) Die Elektricität in ihrer Anwendung auf praktische Medicin von Dr. MORITZ MEYER. Berlin, Hirschwald. 1854. 2. Aufl. 1861. 3. Aufl. 1868.

3) Die Elektricität in der Medicin. Berlin, Reimer. 1860.

4) Die Inductionselektricität. Nürnberg, Schmid. 1857.

5) Bemerkungen über die neuere Elektrotherapie. Wien. Wochenschrift 1856. No. 48 und 49.

6) Elemente der therapeut. Physik. Leipzig 1854.

7) Die Reflexwirkungen der Inductionselektricität als Heilmittel. Wiener. Wochenschr. 1855. No. 19.

8) R. REMAK über methodische Elektrisirung gelähmter Muskeln. Berlin 1855. 2. Aufl. 1856.

9) Die Elektricität in der Medicin. Studien von Dr. HUGO VON ZIEMSSEN. Berlin 1857. 2. Aufl. 1864. 3. Aufl. 1866. 4. Aufl. 1872.

Wenn Duchenne bei seinen Arbeiten zunächst den Inductionsstrom anwendete und in diesem das geeignetste Mittel zur elektrischen Muskelreizung erkannte, so gelangte Remak dagegen bei seinen therapeutischen Versuchen bald zu der Ueberzeugung, dass der Batteriestrom oder der galvanische constante Strom noch einen ungleich weiteren Wirkungskreis als der inducirte Strom besitzt. So wurde Remak, der sich durch die Wiedereinführung des constanten Stromes in die praktische Medicin grosse Verdienste erworben hat, der Begründer der jetzt so bedeutungsvoll gewordenen Galvanotherapie, die durch eine sich immer mehrende Zahl von eifrigen Forschern rasch zu weiterer Entwicklung geführt worden ist.

Diese haben durch treffliche Arbeiten, die auch in vieler Beziehung fruchtbringend für die Physiologie im Allgemeinen geworden sind, dem jungen Zweige der Heilkunde eine feste wissenschaftliche Grundlage zu geben gewusst.

Mehrere Jahre hindurch sind von H. E. Richter und mir übersichtliche und kritische Berichte über die Fortschritte der Elektrotherapie[1]) veröffentlicht worden, in denen wir gestrebt haben, alle noch immer hier und da auftauchenden Verirrungen einzelner fanatischer Pfleger des neuen Heilmittels mit Strenge zurückzuweisen.

So ist die Elektrotherapie ein Gemeingut der wissenschaftlich gebildeten Aerzte geworden und die Zahl derer wird immer geringer, welche entweder mit überspannten Anforderungen oder mit einer gewissen, auf Unwissenheit beruhenden Geringschätzung die Elektricität als letztes Mittel versuchen.

Der hohe Werth der Elektricität als Heilmittel ist jetzt von allen wissenschaftlich gebildeten Aerzten anerkannt und ihre je nach der Art der Anwendung so ausserordentlich verschiedenartigen Wirkungen vermag der heutige Arzneischatz nicht mehr zu entbehren.

Die Elektricität ist ein Reizmittel, welches Empfindungen in den Nerven, Contractionen in den Muskeln hervorrufen kann. So wirkt die Elektricität belebend auf den in seiner Thätigkeit gesunkenen Nerven, beruhigend auf den überreizten; sie zwingt den gelähmten Muskel zur Contraction und erschlafft den im Tetanus befindlichen. Sie erregt die Thätigkeit der Blut- und Lymphgefässe, fördert die Secretion der Drüsen und befähigt fest gewordene Stoffe durch Ver-

[1]) Schmidt's Jahrbücher B. 80. 94. 105. 114.

flüssigung zur Resorption. Sie kann ferner durch ihre thermische Kraft als kräftiges Zerstörungsmittel wirken, Die Elektricität findet daher auch in den Fällen ihre Anwendung, wo Reizmittel überhaupt indicirt sind. Sie hat aber vor allen andern Reizmitteln ausserordentliche Vorzüge, denn man kann dieselbe wenigstens vorzugsweise auf die Haut oder auf einzelne Muskeln, Nerven, Knochen oder innere Organe leiten. Es ist ferner leicht, die Stärke des elektrischen Stromes vollkommen dem Grade der Reizbarkeit des Individuum oder des einzelnen Organes anzupassen und den Reiz von der leisesten Empfindung bis zum heftigsten Schmerz zu steigern. Mit dem Momente des Aufhörens der elektrischen Einwirkung ist auch der dadurch hervorgerufene Schmerz gänzlich verschwunden. Die Erfahrung hat endlich gezeigt, dass sich die Kranken nicht an den elektrischen Reiz gewöhnen, so dass derselbe in seiner Wirkung immer gleich kräftig bleibt.

I.

Die verschiedenen Elektricitätsarten und deren Wirkungen.

1. Reibungselektricität.

Wie schon im Alterthum bekannt, erhält der Bernstein durch Reiben an wollenen oder seidenen Zeugen die Eigenschaft, ihm genäherte leichte Körperchen anzuziehen. Um das Jahr 1600 entdeckte GILBERT, dass ausser dem Bernstein auch noch andere Substanzen, wie Glas, Schwefel, Harze u. s. w. durch Reiben Anziehungskraft erlangen, und er nannte diese Kraft Elektricität (von ἤλεκτρον, Bernstein). OTTO VON GUERICKE bemerkte, dass die von einer durch Reiben elektrisch gewordenen Schwefelkugel angezogenen Körperchen nach der Anziehung auch wieder zurückgestossen wurden. Beim Reiben der Schwefelkugel mit der Hand sah er im Dunkeln einen kleinen Funken auf den vorgehaltenen Fingerknöchel überspringen; das knisternde Geräusch eines solchen Funkens hörte zuerst WALL.

Die Elektricität lässt sich von einem Körper auf den andern übertragen und fortleiten und es gestatten, wie GREY 1729 entdeckte, einige Körper der Elektricität einen leichten Durchgang, während andere ihrer Fortbewegung ein Hinderniss entgegensetzen. Erstere Körper nennt man Leiter, letztere Nichtleiter oder Isolatoren. Die besten Leiter sind im Allgemeinen die Metalle und Flüssigkeiten, während Schwefel, Schellack, Seide und trockne Luft die Elektricität nicht oder, richtiger gesagt, sehr schlecht leiten. Wird ein Leiter von allen Seiten mit Nichtleitern umgeben, so nennt man ihn isolirt. Diese Isolation kann z. B. so bewirkt werden, dass man einen Leiter an seidenen Schnüren aufhängt oder ihn auf Glasfüsse setzt.

DUFAY zeigte 1733 zuerst, dass es zweierlei Arten von Elektricität gebe, deren eine z. B. durch Reiben des Glases mit Seide (Glaselektricität oder positive, + E), die andere dagegen durch Reiben

des Schellacks mit Wolle (Harzelektricität oder negative, — E) erregt werde; er stellte zugleich das Gesetz auf, dass zwei Körper, welche gleichnamige Elektricität besitzen, sich gegenseitig zurückstossen, während zwei Körper, welche verschiedene Elektricitäten, also der eine die positive, der andere die negative besitzen, sich gegenseitig anziehen.

Man kann sich eine für viele Erscheinungen genügende Vorstellung von der Elektricität machen, wenn man sie als aus zwei verschiedenen elektrischen Flüssigkeiten bestehend betrachtet. So lange diese beiden Flüssigkeiten in einem jeden Punkte eines Körpers zu genau gleichen Theilen vorhanden und vereinigt sind, so befindet sich der Körper im nichtelektrischen Zustand: werden aber die beiden Flüssigkeiten von einander getrennt, so tritt sofort ein elektrischer Zustand ein. Diese Trennung kann entweder in Folge des Reibens mit einem anderen Körper eintreten, oder sie kann erzeugt werden, indem einem Leiter ein bereits elektrischer Körper genähert wird. Diese letztere Art der Trennung wird als Elektricitätserregung durch Vertheilung bezeichnet. In Folge des Gesetzes, dass gleichnamige Elektricitäten sich abstossen, ungleichnamige aber sich anziehen, wird ein elektrischer Körper in einem isolirten, zuvor nicht elektrischen Leiter, welcher ihm genähert wird, nach dem ihm zugewandten Ende dieses letzteren die ungleichnamige Elektricität, nach dem ihm abgewandten Ende dagegen die gleichnamige Elektricität hintreiben.

Wird einem Leiter durch Ueberspringen des Funkens von einem elektrischen Körper Elektricität mitgetheilt, so verbreitet sich dieselbe in dem Leiter in einer bestimmten Weise; im Allgemeinen häuft sie sich an hervorragenden und stark gekrümmten Theilen des Körpers am stärksten an. Durch den Versuch lässt sich die freie Elektricität nur auf den Oberflächen der Körper, nicht im Innern derselben nachweisen. In Folge der gegenseitigen Abstossung der gleichnamig elektrischen Massen sucht sich die Elektricität mit einer dem Quadrat ihrer Dichtigkeit proportionalen Kraft von der Oberfläche der Körper durch die Luft, welche sie zurückhält, zu entfernen. Da nun die Dichtigkeit der Elektricität auf den verschiedenen Punkten eines Körpers von der Form des letzteren abhängt, so wird letztere auch auf die Ausstrahlung dieses Fluidums von wesentlichem Einfluss sein müssen: Körper mit glatten, abgerundeten Oberflächen strahlen die Elektricität weniger aus, als Spitzen, welche letzteren das Laden eines damit versehenen Körpers ganz unmöglich machen, wenn sie frei sind und frei hervorstehen.

Um grössere Mengen von Elektricität zu erregen, bedient man sich am gewöhnlichsten der Elektrisirmaschine. Dieselbe besteht aus drei Haupttheilen, nämlich 1) aus dem geriebenen Körper, der gewöhnlich ein um seine Axe drehbarer gläserner Cylinder oder eine Glasscheibe ist; 2) aus einem ledernen oder seidenen Kissen (Reibzeug), das mit einem Amalgam von Quecksilber, Blei und Zinn überzogen und gegen den Cylinder oder die Scheibe angedrückt wird, und 3) aus einem grossen gut abgerundeten Leiter (Conductor), der auf Glasfüssen ruht (die zur Abhaltung eines Niederschlags von Wasserdämpfen mit Schellackfirniss überzogen sind), und nur da wo er dem Cylinder oder der Scheibe genähert ist, Spitzen (Einsauger) trägt. Wird nun der Cylinder oder die Scheibe mittels einer Kurbel gedreht, so erhält der Cylinder oder die Scheibe durch Reibung positive Elektricität, während das Reibzeug negativ elektrisch wird. Die auf solche Weise in der Scheibe oder dem Cylinder erregte positive Elektricität springt dann in Funken auf den ihm nahe liegenden Theil des Conductors über; will man in dem Conductor starke positive Elektricität anhäufen, so muss man das Reibzeug leitend mit der Erde verbinden, so dass die an ihm entwickelte negative Elektricität dahin abfliessen kann. Beabsichtigt man dagegen die negative Elektricität des Reibzeugs anzusammeln, so muss dieses isolirt und mit einem Conductor verbunden werden, während man den (eigentlichen) Conductor mit dem Erdboden in leitende Verbindung setzt.

Will man grosse Elektricitätsmengen ansammeln, so bedient man sich der Leydener Flasche (d. i. eine innen und aussen mit Ausnahme des Randes mit Stanniol überzogene Glasflasche). Um sie zu laden, setzt man das innere Metallbeleg mit dem Conductor in Verbindung, während das äussere Metallbeleg mit der Erde leitend verbunden ist. Durch die Gegenwart des äusseren Belegs nimmt das innere Beleg eine sehr viel grössere Elektricitätsmenge auf, als ohne dieselbe möglich gewesen wäre; während das innere Beleg positive Elektricität enthält, wird nämlich auf dem äussern durch Vertheilung negative erregt. Verbindet man nach dem Laden beide Belege durch einen Leiter, so entladet sich die Flasche, indem sich die entgegengesetzten Zustände der beiden Belege wieder ausgleichen. Verbindet man die gleichnamigen Belege mehrer Flaschen durch Leiter, so bilden sie eine elektrische Batterie.

Vermöge seines Feuchtigkeitsgehalts leitet der menschliche Körper die Elektricität. Wenn man auf dem Boden stehend den Conductor der Elektrisirmaschine anfasst, so wird alle Elektricität

durch den Körper hindurch abgeleitet. Isolirt man aber den Körper, indem man sich auf einen Harzkuchen oder einen mit Glasfüssen versehenen Schemel (Isolirschemel) stellt und bringt ihn mit dem Conductor der Elektrisirmaschine in Verbindung, so wird derselbe selbst elektrisch und man kann aus ihm, wie aus dem Conductor der Maschine, Funken ziehen. Dabei sträuben sich die Haare auf dem Kopfe und die elektrisirten Personen haben auf der Haut, namentlich des Gesichts, eine eigenthümliche Empfindung, ähnlich der, als ob sie in Spinnweben gerathen wären.

Man brachte in früherer Zeit dieses sogenannte elektrische Bad (das durch Ableiten der einen oder andern Elektricität ein elektropositives oder ein elektronegatives wurde) häufig bei Kranken in Anwendung und schätzte es als ein kostbares Reizmittel. Die physiologischen Wirkungen desselben sind jedoch sehr gering und nur bei empfindlicheren Personen wird man danach eine Erhöhung der Eigenwärme oder eine grössere Pulsfrequenz nachweisen können.

Das Ueberspringen des elektrischen Funkens auf einen Körpertheil verursacht eine unangenehme prickelnde oder stechende Empfindung und bei längerer wiederholter Einwirkung eine Röthung der getroffenen Hautstelle. Die Form des Conductors oder Excitators und die Grösse der zwischen diesem und der Haut liegenden Entfernung sind von wesentlichem Einfluss auf die erregte Empfindung. Wendet man spitzige oder bürstenartige Vorrichtungen als Conductoren an und lässt durch diese die Elektricität ausströmen, so empfindet man je nach der Stärke der elektrischen Spannung ein sehr gelindes Stechen oder hat die Empfindung eines mit Staub gemischten, ins Gesicht wehenden Luftzugs. Dies ist der sogenannte elektrische Hauch oder die elektrische Douche, eine früher ebenfalls beliebte Anwendungsweise bei Kranken.

Stärkere Wirkungen oder elektrische Schläge erhält man dadurch, dass man den Entladungsschlag einer Leydener Flasche oder einer elektrischen Batterie ein- oder mehremal durch den Körper hindurchgehen lässt. Diese starken Entladungen bringen eine convulsivische, rasch vorübergehende Zuckung der Muskeln, verbunden mit einer schmerzhaften Erschütterung hervor, die sich von dem gereizten Körpertheil aus bis in die Nervencentra erstreckt. Hiernach folgt ein Gefühl von Eingeschlafensein bis in die äussersten Nervenenden oder eine Betäubung, die oft lange andauert. Sehr starke Entladungen haben die Wirkung des Blitzes, also Verbrennung der direct berührten Theile, allgemeine Betäubung, Lähmung oder selbst Tod zur Folge.

Wie wir schon oben anführten, sind die Entladungen der Leydener Flasche lange Zeit, so lange man noch keine andere Elektricitätsquelle kannte, therapeutisch verwerthet worden. Dies ist jetzt nur noch in sehr beschränkter Weise der Fall und wurden besonders von FROMMHOLD, SCHWANDA und CLEMENS die von der Influenzelektrisirmaschine von HOLTZ[1]) gelieferten sogenannten Spannungsströme zu therapeutischen Zwecken angewendet. Dieselben haben jedoch vor starken Inductionsströmen keinen Vorzug und hat die Influenzmaschine keine weitere Verbreitung in der Elektrotherapie gefunden.

2. Berührungselektricität. Galvanismus.

Es war ein Zufall, der im Jahre 1789 zu der Entdeckung der jetzt als Galvanismus bekannten Elektricitätsart führte. ALOYSIUS GALVANI, Professor der Anatomie in Bologna, bemerkte, dass ein eben erst getödteter Frosch, dessen Vorderkörper mit den hinteren Extremitäten nur durch die ischiadischen Nerven in Zusammenhang gelassen war, bei der Berührung mittels verschiedener Metalle in Zuckungen gerieth. VOLTA, Professor der Physik in Pavia, zeigte sodann, dass die Ursache dieser Zuckungen nicht, wie GALVANI glaubte, in dem thierischen Körper läge, sondern dass sie nur in Folge einer durch Berührung verschiedener Substanzen entstehenden Elektricität hervorgerufen wurden. VOLTA's Ansicht hatte einen schweren Kampf zu bestehen, ehe sie zur allgemeinen Geltung kam, und den hierbei von allen Seiten gemachten Anstrengungen verdankt die Wissenschaft die raschen Fortschritte in der Erkenntniss des Galvanismus. Wir wissen jetzt, dass die Berührung oder der Contact verschiedenartig leitender Körper eine sehr allgemeine und ergiebige Elektricitätsquelle ist. Es sind sowohl die festen als auch die flüssigen Leiter Erreger der Elektricität, Elektromotoren. Zwei Metallplatten, z. B. Kupfer und Zink mit einander in Berührung gebracht, bilden ein Elektromotor, d. h. beide Platten werden elektrisch: sie nehmen dabei die entgegengesetzten Elektricitäten an, das Zink wird +, das Kupfer — elektrisch. Die Stärke dieser Elektricitätserregung hängt davon ab, mit welchem Metalle irgend ein Metall berührt wird. Man kann alle Metalle in eine Reihe anordnen, wovon die

[1]) Die Influenzelektrisirmaschine von HOLTZ in Berlin und deren Verständniss und deren Gebrauch für den Elektrotherapeuten. POGGENDORFFS Annalen 1865. B. 126 u. Deutsche Klinik 1867. No. 48.

voranstehenden bei Berührung mit den nachfolgenden jedes Mal positiv und folglich die letzteren negativ werden. Diese Reihe ist für die gewöhnlichen Metalle folgende: + Zink, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle —. Die elektrische Spannung (oder Differenz), welche zwischen zwei Metallen dieser Reihe erregt wird, ist um so grösser, je weiter dieselben in der angegebenen Reihe von einander entfernt sind, und zwar dergestalt, dass die Spannung zwischen je zweien stets gleich der Summe der Spannungen aller dazwischen liegenden ist. Die elektrische Spannung, welche bei der Berührung von Eisen und Silber entsteht, ist z. B. gleich der Summe der Spannungen zwischen Eisen und Kupfer und Kupfer und Silber; einen einfachen Beweis für dieses Gesetz liefert die Thatsache, dass in einem ganz metallischen Bogen aus Eisen, Kupfer und Silber gar kein Strom existirt; was nur möglich ist, wenn die an den drei Berührungsstellen auftretenden Elektricitäten sich gegenseitig genau aufheben.

Zwischen festen Leitern allein ist also kein dauernder Strom möglich, wohl aber zwischen festen und flüssigen Leitern, indem letztere in Folge eines eintretenden chemischen Processes nicht in die Spannungsreihe der ersteren eingehen. Bringt man daher z. B. eine Zink- und Kupferplatte, die sich an ihrem einen Ende berühren, mit ihren andern Enden in eine Flüssigkeit, z. B. in verdünnte Säure oder Salzlösung, so beginnen die in den Metallen durch die Berührung frei gewordenen beiden entgegengesetzten Elektricitäten sich durch die Flüssigkeit hindurch miteinander zu verbinden. In dem Maasse aber, in welchem sie sich vereinigen, entsteht an der Berührungsstelle der beiden Metalle und der Metalle mit der Flüssigkeit eine fortgesetzte Erregung der beiden Elektricitäten, die immerfort durch die Flüssigkeit wieder ihre Vereinigung finden.

Die fortdauernde Bewegung der Elektricitäten in dem aus den beiden Metallen und der Flüssigkeit gebildeten leitenden Kreis wird mit dem Namen des elektrischen oder galvanischen Stromes bezeichnet und zwar bewegt sich die positive Elektricität in der Richtung vom Zink durch die Flüssigkeit zum Kupfer, die negative dagegen vom Kupfer durch die Flüssigkeit zum Zink. Man ist übereingekommen beim Laufe des Stromes nur die Bewegungsrichtung des positiven Stromes zu verfolgen, der negative Strom nimmt immer den entgegengesetzten Lauf. Der zuvor beschriebene Kreis aus Zink, Kupfer und Flüssigkeit heisst eine einfache galvanische Kette; so lange der leitende Zusammenhang zwischen diesen Substanzen besteht, oder die Kette, wie man sagt, geschlossen ist, dauert der Strom fort;

tritt aber an irgend einer Stelle eine Unterbrechung ein, wird die Kette geöffnet, so verschwindet der Strom.

Werden mehrere einfache Ketten oder Elemente miteinander so vereinigt, dass der positive Pol des einen Elementes mit dem negativen des andern verbunden wird, so erhält man eine galvanische Batterie, Volta'sche Säule. Letztere besteht z. B. aus übereinander geschichteten Platten von Zink, Kupfer und einem feuchten Tuchlappen, Zink, Kupfer, feuchtem Leiter u. s. w. Es verstärken sich hierdurch die Spannungen der einzelnen auf einander gelegten Plattenpaare, so dass die Spannungen (oder Anhäufungen der Elektricitäten) in den beiden Polen oder Endplatten mit der Anzahl der Plattenpaare zunehmen.

Die Metallplatten oder Drähte, welche an den Enden der mit den Polen verbundenen Leitungsdrähte angebracht werden, nennt man auch Elektroden und es ist der positive Pol die Anode, der negative Pol die Kathode.

Die Stärke des elektrischen Stromes einer einfachen galvanischen Kette hängt nach dem Ohm'schen Gesetze ab von der Natur der miteinander in Berührung sich befindenden Metalle und Flüssigkeiten, und von der Beschaffenheit des leitenden Kreises, in dem sich die Elektricität bewegen soll. Da die elektromotorische (elektricitätserregende) Kraft bei der Berührung von Zink und Platin grösser als zwischen Zink und Kupfer ist, so werden auch Zink und Platin (oder auch Kohle) unter sonst gleichen Verhältnissen einen stärkeren Strom geben als Zink und Kupfer.

Lässt man nun einen Strom, z. B. aus Zink, Platin und verdünnter Säure durch verschiedene Drähte gehen, so wird der Strom um so schwächer, je länger und dünner diese Drähte sind. Es setzen also die Metalldrähte dem Durchgange des elektrischen Stroms einen Widerstand entgegen, der einmal von der Länge und Dicke des Drahtes, dann aber auch von der Substanz des Metalles abhängt. Nach den von Lenz angestellten Versuchen bietet Neusilber den grössten Leitungswiderstand, dann folgen Blei, Eisen, Messing, Gold, Kupfer und endlich Silber. Offenbar steht die Leitungsfähigkeit mit dem Leitungswiderstand in umgekehrtem Verhältniss und wird desshalb am grössten im Silber, am geringsten im Neusilber sein. Je grösser nun der Leitungswiderstand oder je geringer die Leitungsfähigkeit des die Kette schliessenden Drahtes, desto geringer wird die Stromstärke der Kette sein.

Alle diese Verhältnisse drückt Ohm durch sein Gesetz so aus:

Die Stärke des Stromes ist proportional der elektromotorischen Kraft der Kette, aber umgekehrt proportional dem Widerstand in den leitenden Theilen derselben.

Einen ausserordentlich grossen Widerstand setzen die in den Ketten vorhandenen Flüssigkeiten dem Strome bei seinem Durchgang entgegen, und zwar wächst dieser Widerstand ebenso wie bei Drähten mit der Länge der zu durchlaufenden Flüssigkeitsschicht. Soll eine Flüssigkeit daher nur wenig Widerstand bieten, so muss ihre Länge möglichst kurz, ihr Querschnitt aber möglichst gross gemacht werden. Die verschiedenen Flüssigkeiten bieten verschiedene Leitungswiderstände dar und es leiten z. B. Auflösungen von Salzen in Wasser besser als reines Wasser. Eine Temperaturerhöhung, welche den Leitungswiderstand der Metalle vermehrt, verringert denselben bei Flüssigkeiten.

Die oben erwähnte Einrichtung der Volta'schen Säule ist nicht geeignet, um einen elektrischen Strom von unveränderter Stärke zu entwickeln, weil die feuchten Leiter durch den Druck der oberen Schichten bald trocken gepresst werden, daher bald nicht mehr wirken, und weil ausserdem in Folge des Stromes selbst Zersetzungen oder sogenannte Polarisationen an den negativen Metallen eintreten, welche die elektromotorischen Kräfte verringern. Stellt man, um jenes Austrocknen zu vermeiden, die Elektromotoren (die mit einander verbundenen Metallplatten) der einzelnen Elemente in Gefässe mit verdünnter Säure oder Salzlösung, so verlieren diese einfachen Ketten doch ebenfalls rasch an Stärke, weil die Säure durch das sich auflösende Zink abgestumpft und am Kupfer oder Platin durch die davon sich entwickelnden Wasserstoffblasen die erwähnte Polarisation hervorgerufen wird.

Durch Anwendung zweier verschiedener Metalle und zweier verschiedener passend gewählter Flüssigkeiten, in die je eins der beiden Metalle eintaucht, lässt sich jene Polarisation vermeiden, und damit also ein Strom von einer grösseren Beständigkeit und Stärke erzielen. Man nennt solche Ketten constante Ketten oder Batterien. Die gebräuchlichsten sind die von Daniell, Grove, Bunsen, Smee, Leclanché u. a., welche alle vielfach modificirt worden sind.

Die Daniell'sche Kette besteht aus Kupfer, Zink, verdünnter Schwefelsäure und einer concentrirten Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd (Kupfervitirol). Beide Flüssigkeiten sind durch eine für den elektrischen Strom durchdringbare poröse Scheidewand (Thonzelle, Blase, Schlauch), welche jedoch die unmittelbare Mischung derselben verhindert, von einander getrennt; in die verdünnte Schwefel-

säure taucht das Zink, in die concentrirte Kupfervitriollösung das Kupfer ein. Um das Zink vor zu rascher Auflösung durch die Säure zu schützen, amalgamirt man seine Oberfläche, indem man sie mit verdünnter Schwefelsäure und Quecksilber einreibt, bis sie glänzend metallisch weiss wird. Solches amalgamirtes Zink wird von verdünnter Säure chemisch nicht angegriffen und entwickelt desshalb beim Eintauchen auch keinen Wasserstoff. Wird jedoch das Daniell'sche Element geschlossen, indem das Kupfer und Zink in metallische Verbindung gebracht werden, so circulirt der elektrische Strom: das Zink wird von der Schwefelsäure aufgelöst, die Kupfervitriollösung zersetzt und das Kupfer auf dem Kupfercylinder metallisch niedergeschlagen, so dass dieser stets eine reine Oberfläche darbietet.

Die Grove'sche Kette besteht aus amalgamirtem Zink und Platin, von welchen ersteres in verdünnte Schwefelsäure, letzteres durch eine Thonzelle getrennt, in concentrirte Salpetersäure eintaucht.

Bei der Bunsen'schen Kette wird statt des Platins eine poröse Kohle in die Salpetersäure eingetaucht: Bei beiden Ketten ist eine Wasserstoffablagerung an dem Platin oder der Kohle dadurch verhindert, dass die Salpetersäure den ausgeschiedenen Wasserstoff sogleich bei seiner Entstehung oxydirt. Auch hier müssen die Schwefelsäure und Salpetersäure durch poröse Thonzellen getrennt sein.

Die Wirkungen des galvanischen Stromes sind 1) elektrochemische, 2) physiologische und 3) thermische.

1) Die elektrochemischen Wirkungen des Galvanismus sind sehr merkwürdige, da der galvanische Strom das kräftigste aller chemischen Zerlegungsmittel ist. Carlisle und Nicholson zersetzten im J. 1800 zuerst das Wasser mittelst des galvanischen Stromes in seine Bestandtheile. Es wird hierbei der Sauerstoff am positiven Pol, der Wasserstoff am negativen Pol abgeschieden. Nach Faraday, welcher die galvanische Zersetzung Elektrolyse benannte, kann kein nur einigermassen starker elektrischer Strom durch eine Flüssigkeit hindurchgehen, ohne dass dieser Durchgang von einer chemischen Zersetzung begleitet ist. Setzt man den Wirkungen einer galvanischen Säule eine Auflösung eines Metalles in einer Säure aus, z. B. Kupfer in Schwefelsäure (Kupfervitriol), so wird nicht nur das Wasser, sondern auch das Salz zersetzt; die Säure und der Sauerstoff der Verbindung erscheinen dann am positiven Pole, während das Kupfer sich am negativen Pole niederschlägt. Davy stellte das allgemeine Gesetz auf, dass der Sauerstoff und die ihm chemisch ähnlichen Körper Chlor, Brom, Jod u. s. w., sowie die Säuren immer am positiven Pol

erscheinen, die Basen und verbrennlichen Körper aber am negativen Pol. Auch, wenn man den galvanischen Strom in Gewebe des thierischen Organismus leitet, bewirkt er durch Elektrolyse Veränderungen; das Eiweiss des Blutes u. s. w. coagulirt und zwar an beiden Polen. Es sind hiervon viele Anwendungen in der praktischen Medicin und besonders in der Chirurgie gemacht worden.

2) Die physiologischen Wirkungen des galvanischen Stromes haben seit dem Bekanntwerden desselben die Aufmerksamkeit der Forscher besonders erregt.

Nimmt man die Pole einer galvanischen Säule in die befeuchteten Hände, so geht der elektrische Strom durch den Körper hindurch, indem dieser die Säule schliesst. Dabei empfindet man im Momente des Schliessens der Säule in den Armen einen zuckenden Schlag, der, wenn die Säule hinlängliche Kraft besitzt, ebenfalls sich zeigt, wenn man die Kette durch Unterbrechung der metallischen Leitungen an irgend einer Stelle öffnet. Es giebt unter der angegebenen Bedingung also eine Schliessungs- und eine Oeffnungszuckung, welche letztere gewöhnlich schwächer als erstere ausfällt. Während des Geschlossenseins der Kette empfindet man keine Zuckung, wohl aber bei sehr starken Säulen eigenthümliche schwirrende Empfindungen im Lauf der Nervenstämme. Was die Wirkung der Ströme blos auf die Haut und die Hautnerven betrifft, so ist anfangs nur wenig zu bemerken; bei längerer Einwirkung aber können die Ströme ein Brennen auf der Haut und Erscheinungen vom einfachen Erythem bis zur Schorfbildung hervorbringen. Die Pole wirken nicht gleichmässig auf den Körper, sondern der Zinkpol (der negative Pol) immer stärker und schmerzhafter als der positive Pol. (Man nennt die Eintrittsstelle des positiven elektrischen Stromes in den zu untersuchenden Körper die Anode (abgekürzt An) und die Austrittsstelle aus demselben die Kathode (Ka) und werden wir später die verschiedenen Wirkungen der Pole eingehend zu besprechen haben.) Bei längerer Dauer oder oft wiederholter Berührung der Haut bewirken die befeuchteten Elektroden je nach der Stromstärke an der Berührungsstelle Hitze, Röthe und Brandblasen. Unterbrochene Ströme bewirken weniger leicht Ausschlag, jedoch ein starkes Brennen.

Sehr bemerkenswerth sind die Einwirkungen des galvanischen Stromes auf die Sinneswerkzeuge, in deren Nerven, wenn sie von dem Strom durchlaufen werden, die ihnen eigenthümliche Empfindung hervorgerufen wird, also im Auge eine Lichterscheinung, an der

Zunge eine Geschmacksempfindung, im Ohre ein Geräusch oder ein Ton.

3) Die thermischen Wirkungen des Galvanismus. Bei dem Durchgange eines starken elektrischen Stromes durch einen Leiter wird in diesem letztern Wärme erzeugt. Lässt man einen starken Strom also durch einen Draht gehen, so wird derselbe glühend und kann sogar geschmolzen werden. Der galvanische Glühdraht ist in der Chirurgie ein wichtiges Operationsmittel geworden. Die Erwärmung nimmt mit dem Quadrate der Stromstärke zu; ausserdem erhitzt sich aber der Draht um so mehr, je dünner er ist und je schlechter das Metall, aus dem er besteht, den Strom leitet. Nach dem Ohm'schen Gesetz lässt sich jedesmal berechnen, welches unter gegebenen Verhältnissen die bestmöglichste Anordnung der elektrischen Kette ist, um in einem in die Kette eingeschalteten Drahtstücke das stärkste Glühen zu erzeugen. Soll z. B. nur ein kurzer dicker Draht erwärmt oder geglüht werden, so ist es am zweckmässigsten, ein einziges Element von recht grosser Oberfläche anzuwenden, oder, was dasselbe ist, mehre kleine Elemente so miteinander zu verbinden, dass sie wie ein grosses Element wirken, indem alle Zinkplatten unter sich und ebenso alle (Kupfer- oder Platin- oder) Kohlenplatten unter sich verbunden werden. Will man dagegen lange dünne Drähte ins Glühen bringen, so ist eine Combination der Elemente zur Säule vortheilhaft, d. h. man muss nach Art der Volta'schen Säule eine Reihe kleiner Elemente hintereinander so verbinden, dass das Kupfer des ersten Elementes mit dem Zink des zweiten, das Kupfer des zweiten mit dem Zink des dritten u. s. w. vereinigt sind. Hierdurch wird allerdings auch der Widerstand in den Elementen vermehrt, jedoch nur in unbedeutendem Maass im Verhältniss zu dem Widerstande des langen dünnen Drahtes, während die elektromotorische Kraft sich mit der Zahl der angewandten Elemente vervielfacht.

3. Elektromagnetismus und Inductionselektricität.

a. Elektromagnetische und elektrodynamische Erscheinungen.

Oerstedt entdeckte im Jahre 1820, dass ein Draht, durch welchen eine galvanische Kette geschlossen war, eine in seiner Nähe befindliche Magnetnadel ablenkte. Nimmt man einen langen mit Seide umsponnenen Kupferdraht, den man in mehren Windungen um die Magnetnadel herumlegt, so hat man den Schweigger'schen elek-

2*

tromagnetischen Multiplicator oder das Galvanometer, ein für die Nachweisung der schwächsten elektrischen Ströme ausserordentlich wichtiges Instrument, das bei gehöriger Einrichtung auch zur genauesten Messung elektrischer Ströme dienen kann.

Durch OERSTEDT's Entdeckung war der Weg gebahnt, den innigen Zusammenhang und die gegenseitigen Beziehungen zwischen der Elektricität und dem Magnetismus zu erforschen. Bald darauf fand ARAGO, dass ein elektrischer Strom in zuvor nicht magnetischem Eisen oder Stahl Magnetismus hervorzurufen vermag. Windet man nämlich einen mit Seide umsponnenen Kupferdraht um einen weichen Eisen- oder Stahlstab spiralförmig herum, so entsteht in diesem Eisen Magnetismus, sobald durch den Draht ein elektrischer Strom geleitet wird: das Eisen wird zum Elektromagnet. Das weiche Eisen verliert jedoch seinen Magnetismus wieder, sobald man es dem Einfluss des elektrischen Stromes entzieht (wenn dieser z. B. unterbrochen wird), während ein ebenso behandelter Stahlstab auch nach dem Aufhören des elektrischen Stromes seinen Magnetismus behält.

Noch im Jahre 1820 entdeckte AMPÈRE, dass auch zwei Leitungsdrähte einer elektrischen Kette auf einander wirken und zwar in der Weise, dass die beiden Drähte sich gegenseitig anziehen, wenn die in ihnen sich bewegenden elektrischen Ströme eine gleiche Richtung haben, dagegen sich abstossen, wenn die in ihnen sich bewegenden elektrischen Ströme in einer entgegengesetzten Richtung laufen. AMPÈRE zeigte, dass ein in Spiralform gewundener mit Seide umsponnener Kupferdraht beim Hindurchleiten eines elektrischen Stromes ganz einem Magnet gleicht, dessen Pole an den Enden der Spirale liegen, und schloss hieraus, dass auch die gewöhnlichen Magnete nur aus einem System von elektrischen Kreisströmen beständen.

b. Inductionselektricität.

Die innige Verbindung zwischen Elektricität und Magnetismus machte es wahrscheinlich, dass ebenso wie durch den elektrischen Strom Magnetismus hervorgerufen wird, auch umgekehrt durch Magnetismus sich elektrische Ströme würden erzeugen lassen; und in der That ist es im Jahre 1832 FARADAY gelungen, durch Bewegung eines Magnets oder durch Erregung von Magnetismus in der Nähe eines geschlossenen Leiters in diesem letztern momentane Ströme hervorzubringen, die er mit dem Namen der inducirten Ströme belegt. Da, wie früher

erwähnt, die Wirkungen eines Magnets den Wirkungen eines Systems von elektrischen Strömen gleichen, so stand zu erwarten, dass die Bewegung eines von einem galvanischen Strome durchflossenen Leiters, ebenso wie das Entstehen oder das Verschwinden eines solchen Stromes in der Nähe eines geschlossenen Leiters in diesem letzteren gleichfalls einen momentanen, sogenannten inducirten Strom erzeugen werde. Die allgemeinen Gesetze über die Entstehung sämmtlicher inducirter Ströme lassen sich einfach in folgender Weise aussprechen.

Wenn ein stromführender Leiter (z. B. ein zu einem Kreise gebogenes Stück des Leitungsdrahtes einer galvanischen Kette) einem geschlossenen Leiter (z. B. einem zu einem Kreise gebogenen Kupferdrahte) genähert wird, so entsteht in diesem anfangs stromleeren Leiter ein Inductionsstrom, dessen Richtung der des genäherten ursprünglichen Stromes entgegengesetzt ist; dessen momentane Stärke von der Geschwindigkeit, mit welcher die Annäherung erfolgt, abhängt, und selbstverständlich unter sonst gleichen Umständen mit der Stärke des ursprünglichen Stromes wachsen muss. Wenn der stromführende Leiter dem andern aus einer gegebenen Entfernung ein Mal langsam und ein anderes Mal schnell bis auf gleichen Abstand genähert wird, so ist die in beiden Fällen im Drahte in Bewegung gesetzte Elektricitätsmenge gleich gross; der in jedem Augenblicke in dem Leiter fliessende Inductionsstrom ist aber im zweiten Falle von grösserer Intensität als im ersten, eben weil eine und dieselbe Menge Elektricität in kürzerer Zeit sich durch den Leiter bewegt. Der Inductionsstrom hält nur so lange an, als die Bewegung des ursprünglich vorhandenen Stromes dauert.

Wird der ursprüngliche Strom aus der Nähe des andern Leiters entfernt, so entsteht in diesem letztern wieder ein Inductionsstrom, der aber jetzt mit dem ursprünglichen Strom gleiche Richtung hat, und so lange anhält, als das Entfernen dauert. Die Menge der während des Entfernens bis auf eine gewisse Weite in Bewegung gesetzten Elektricität ist genau gleich der bei der entsprechenden Annäherung erregten.

Stellt man einen Leiter in der Nähe eines zweiten geschlossenen Leiters auf, so entsteht, wenn in jenen ersten ein galvanischer Strom eintritt, im zweiten ein inducirter Strom, dessen Richtung der des galvanischen Stromes entgegengesetzt ist und der aufhört, sobald der galvanische Strom seine ganze Stärke erreicht hat. Die Menge der hierbei in Bewegung gesetzten Elektricität ist derjenigen gleich, welche erregt sein würde, wenn der erste Leiter mit seinem vollen Strome

aus unendlicher Entfernung dem zweiten bis auf denselben Abstand, den er beim Eintreten des Stromes hatte, genähert wird.

Unterbricht man den galvanischen Strom im ersten Leiter, so entsteht in dem nahe stehenden zweiten Leiter wieder ein Inductionsstrom, der mit dem unterbrochenen Strome gleich gerichtet ist; die dabei in Bewegung gesetzte Elektricitätsmenge ist wieder genau die vorhin angegebene.

Man wird leicht einsehen, dass auch das blosse Anwachsen der Intensität eines im ersten Drahte bereits vorhandenen galvanischen Stromes und ebenso das Abnehmen desselben in einem zweiten genäherten Leiter Inductionsströme erregen muss; von der Grösse jener Aenderungen hängt die dabei in Bewegung gesetzte Elektricitätsmenge ab.

Allgemeiner kann man sagen, dass jedes weitere Eintauchen eines stromleeren geschlossenen Leiters in die Wirkungssphäre eines elektrischen Stromes in jenem Leiter einen dem schon vorhandenen Strome entgegengesetzt gerichteten, jedes weitere Herausziehen aus derselben aber einen ihm gleichgerichteten Strom erzeugt; wobei die in jedem Augenblicke stattfindende Stromstärke von der Schnelligkeit der Aenderung in der Einwirkung des Stromes auf den Leiter, und die gesammte in Bewegung gesetzte Elektricitätsmenge von dem Zustande dieser Einwirkung zu Anfang und zu Ende der gegebenen Zeit oder Ortsveränderung abhängt.

Nach dem Vorstehenden ist es nun leicht, die Entstehung der sogenannten magneto-elektrischen Inductionsströme zu erklären.

Ein Magnet kann nach Ampère als ein System von elektrischen Kreisströmen betrachtet werden, deren Ebenen auf der magnetischen Axe der Molecüle des Eisens oder Stahls senkrecht stehen und mit einander parallel sind. Wird daher ein Magnet einem geschlossenen Leiter genähert, oder von ihm entfernt, so entstehen dieselben Inductionsströme, als wenn man das ihm gleichwerthige System elektrischer paralleler Ströme dem Leiter genähert oder von ihm entfernt hätte.

Im nicht magnetischen Eisen oder Stahle haben die Ebenen dieser Kreisströme alle möglichen Richtungen und heben sich daher in allen ihren Richtungen nach aussen vollständig auf; es ist gerade so, als ob sie nicht vorhanden wären. Wird das Eisen magnetisch, so richten sich diese Kreisströme mit ihren Ebenen parallel. Hört der Magnetismus des Eisens auf, so verlieren sie diese parallele Stellung und nehmen wieder alle möglichen Richtungen an. Das Magnetisiren ist

also gleichbedeutend mit dem Entstehen dieser Ströme, das Entmagnetisiren mit dem Verschwinden derselben. Dabei ist es natürlich gleichgültig, ob die parallele Stellung oder das Magnetisiren durch einen äussern Magnet oder durch eine umgewickelte Drahtspirale, in welche ein elektrischer Strom eintritt, bewirkt wird. Wenn daher in der Nähe eines weichen Eisens ein geschlossener Leiter sich befindet, so werden in letzterem beim Magnetisiren und Entmagnetisiren des Eisens gerade solche Inductionsströme entstehen, wie sie die dem Magnete gleichwerthigen elektrischen Ströme bei ihrem Entstehen und Vergehen hervorbringen würden. Beim Magnetisiren treten also in den Leiter Inductionsströme ein, welche in entgegengesetzter Richtung wie die parallel gerichteten Kreisströme im Magnete laufen; beim Entmagnetisiren dagegen haben die Inductionsströme in dem Leiter mit jenen Kreisströmen eine gleiche Richtung.

Wenn z. B. zwei kreisförmig gebogene Leiter parallel dicht neben einander stehen, und in den ersten plötzlich ein elektrischer Strom eintritt, so entsteht nach dem Vorhergehenden im zweiten Leiter ein entgegengesetzt gerichteter Inductionsstrom. Dasselbe wird auch eintreten, wenn der zweite Leiter nur eine unmittelbare Fortsetzung des ersten Leiters bildet. Wenn man also in eine Spirale aus Kupferdraht, welcher der Isolirung wegen mit Seide übersponnen ist, einen galvanischen Strom eintreten lässt, so erzeugt beim Beginn dieses Eintritts jede Windung in allen benachbarten einen Inductionsstrom (den sogenannten Extrastrom), der aber die entgegengesetzte Richtung hat, als der in die Windungen eintretende galvanische Strom; der Inductionsstrom wird also den eintretenden galvanischen Strom schwächen oder hemmen. Der Inductionsstrom dauert nur einen Augenblick; nachdem er verschwunden, kann der eintretende galvanische Strom wieder an Stärke zunehmen, wodurch ein neuer ihn schwächender Inductionsstrom entsteht, nach dessen Verlauf eine neue Zunahme im ursprünglichen Strome eintritt u. s. w. Kurz man sieht, dass durch die Gegenwirkung der Inductionsströme der galvanische Strom längere Zeit gebraucht, um nach dem Schliessen der Kette das Maximum seiner Stärke zu erreichen, als ohne jene Hindernisse.

Wenn dagegen der durch eine Spirale geleitete Strom unterbrochen wird, so erzeugt jede Windung beim Verschwinden des in ihr fliessenden Stromes einen Inductionsstrom, der mit dem galvanischen Strom dieselbe Richtung hat. Man kann diesen Inductionsstrom sehr leicht durch den menschlichen Körper gehen lassen, wenn man eine

solche Anordnung trifft, dass beim Oeffnen der Kette durch Unterbrechung der Drahtleitung die beiden Enden der Spirale noch mit zwei Handhaben in Verbindung bleiben, die man mit den Händen anfasst; man kann dabei die Anordnung entweder so treffen, dass die galvanische Kette mit in der Schliessung durch den Körper bleibt oder ausgeschaltet wird.

In ähnlicher Weise wie die nebeneinander liegenden Windungen einer Spirale müssen in die Spirale eingeschobene Eisenkerne wirken, indem die Magnetisirung derselben durch Schliessung eines galvanischen Stromes in der Spirale einen in entgegengesetztem, die Entmagnetisirung durch Unterbrechung jenes Stromes dagegen einen in gleichem Sinne gerichteten Inductionsstrom erzeugt. Ein Eisenkern verlängert folglich beim Schliessen eines galvanischen Stromes die Zeit, welche derselbe gebraucht, um seine ganze Stärke zu erreichen, während er beim Unterbrechen den verschwindenden Strom durch einen gleich gerichteten Inductionsstrom verstärkt.

Ist eine erste (die sogenannte magnetisirende oder Haupt-) Spirale, in welcher sich ein Eisenkern befindet, von einer zweiten Spirale (der sogenannten Inductionsspirale) umgeben, so wird nach dem Früheren beim Eintritt eines galvanischen Stromes in die erste Spirale in der zweiten ein in entgegengesetzter Richtung fliessender Inductionsstrom und beim Unterbrechen ein gleichgerichteter Inductionsstrom entstehen. Die in beiden Inductionsströmen in Bewegung gesetzte Elektricität ist genau dieselbe; dagegen dauert der erste Inductionsstrom länger als der zweite; die in jedem Augenblick vorhandene Stärke oder die Spannung der Inductionsströme ist also im zweiten Strome grösser als im ersten. Daher kommt es, dass die beiden Ströme auf den menschlichen Körper einen verschiedenen Eindruck machen; der beim Verschwinden entstehende Inductionsstrom wirkt um Vieles heftiger, als der beim Eintritt entstehende.

Sollen die Inductionsströme möglichst stark auf den menschlichen Körper wirken, so müssen die galvanischen Ströme schnell eintreten und verschwinden können. Dicke Eisenkerne wirken in dieser Hinsicht nachtheilig; man kann diesen Uebelstand beseitigen, wenn man anstatt eines massiven Eisenkerns dünne mit Firniss überzogene Eisendrähte, deren keiner den andern metallisch berührt, in die Spirale einschiebt. In den dicken Eisenkernen bilden sich nämlich beim Magnetisiren durch einen galvanischen Strom ausser den schon vorhandenen, um jedes Molecül circulirenden sogenannten Ampère'schen Strömen, die nur parallel gerichtet werden, noch Inductionsströme, die zu ihrem

Entstehen und Verschwinden um so längere Zeit gebrauchen, je dicker der Eisenkern ist, weil dann ihre Bahn eine längere wird. Diese Inductionsströme haben die entgegengesetzte Richtung wie der galvanische zur Magnetisirung verwendete Strom, und verhindern folglich, dass der Eisenkern sehr schnell seine ganze magnetische Kraft annimmt.

Bei den später zu beschreibenden Inductionsapparaten, welche aus einer galvanischen Kette, einem Drahtbündel, einer magnetisirenden und einer Inductionsspirale bestehen, rührt, wie aus dem Vorhergehenden folgt, die Hauptwirkung von dem beim Oeffnen der Kette entstehenden Inductionsstrom her. Schiebt man zwischen den Eisenkern und die Hauptspirale, oder zwischen beide Spiralen oder auch über die Inductionsspirale einen metallischen Cylinder, so entstehen in ihm ebenso wie in den Spiralen beim Unterbrechen des galvanischen Stromes in derselben Richtung laufende Inductionsströme; der im Cylinder entstehende Inductionsstrom ruft folglich seinerseits in der Inductionsspirale einen entgegengesetzten Strom hervor und vermindert dadurch dessen Stärke. Ein solcher Cylinder kann also als eine Art Dämpfer dienen und seine Wirkung lässt sich reguliren, indem man ihn mehr oder weniger weit über den Eisenkern oder die Spiralen schiebt.

Die Wirkungen der Inductionsströme sind dieselben wie die der galvanischen Ströme, also chemische, thermische und physiologische. Die chemischen und thermischen Wirkungen treten jedoch im Allgemeinen langsamer und darum weniger auffällig ein, als die physiologischen Wirkungen. Um diese recht fühlbar zu machen, muss man eine Reihe von Oeffnungs- und Schliessungsschlägen in rascher Aufeinanderfolge durch den Körper gehen lassen. Hierbei ist zu bemerken, dass der Strom, der sich am Ende jeder Unterbrechung zeigt (der Oeffnungsschlag), der wirksamere ist, während der Schliessungsschlag eine bedeutend schwächere Wirkung äussert, also gerade umgekehrt, wie beim galvanischen Strom.

Es erklärt sich dies aus der oben erwähnten verschiedenen Dauer des Schliessungs- und Oeffnungsstromes. Letzterer hat eine längere Dauer und wirkt darum auch dann noch stärker als der Schliessungsstrom, wenn die Unterbrechungen rasch aufeinander folgen. Dabei werden zwar die Pole des Inductionsapparates abwechselnd bald positiv bald negativ, immer aber wirkt der Oeffnungsinductionsstrom stärker und anhaltender. Nach der Richtung dieses Oeffnungsstromes bezeichnet man desshalb auch die Richtung des Inductionsstromes und nennt die Elektrode, durch welche

der Oeffnungsstrom den gereizten Körper verlässt, den negativen Pol des Inductionsapparates. Die Empfindung, welche die durch nicht zu starke Inductionsströme erregte Muskelcontraction begleitet, ist weniger schmerzhaft, als die durch rasche Unterbrechungen eines galvanischen Stromes erregte. Ausserdem macht die geringere chemische und thermische Wirkung die Inductionselektricität zu Muskelreizungen sehr geeignet, zu welchem Zwecke sie auch in der praktischen Medicin am gewöhnlichsten angewendet wird.

Duchenne hat der Inductionselektricität nach ihrem Entdecker Faraday den Namen Faradismus beigelegt, entsprechend der Bezeichnung der Berührungselektricität (Galvanismus) nach Galvani. Es hat diese Terminologie (wenn sie auch etymologisch nicht ganz richtig ist) unter den Aerzten allgemeinen Anklang gefunden und soll auch im Folgenden gebraucht werden. Demnach werden die Inductionsapparate, welche den Faradismus hervorbringen, als *faradische* Apparate, und die Anwendung derselben mit den Worten *Faradisation, faradisiren* zu bezeichnen sein.

4. Thierische Elektricität.

Galvani, von seiner Lieblingsidee geleitet, dass es eine eigenthümliche Lebensflüssigkeit gäbe, glaubte die Ursache der Elektricität, welche auch ohne Metalle Zuckungen in seinen Froschpräparaten hervorrief, allein in dem thierischen Körper suchen zu müssen und er ist daher als der Entdecker der thierischen Elektricität anzusehen. Er verglich die Muskeln und die in ihnen verlaufenden Nerven mit einer geladenen Leydener Flasche und glaubte durch die Berührung mit dem Metalle werde die angehäufte thierische Elektricität nur entladen. Obgleich Galvani's Versuche in der folgenden Zeit vielfach wiederholt wurden, so geriethen sie doch bald in Vergessenheit, da die Entdeckung der Volta'schen Säule die Aufmerksamkeit der Forscher weit mehr in Anspruch nahm. Bisher hatte nur das Froschpräparat (d. i. ein Froschschenkel, an dem der ganze Verlauf des *N. ischiadicus* von der Kniekehle bis zu den Lendenwirbeln frei präparirt ist) zur Nachweisung schwacher elektrischer Ströme gedient. Nach der Entdeckung des Elektromagnetismus gab Nobili dem Schweigger'schen Multiplicator durch die Einführung einer astatischen Doppelnadel einen Grad von Empfindlichkeit, welcher das Froschpräparat übertraf. Er benutzte den Multiplicator zur Nachweisung elektrischer Ströme, welche dadurch entstanden, dass er ein Froschpräparat mit seinen beiden

Enden in mit Salzlösungen gefüllte Gefässe tauchte, welche zugleich die mit den Enden eines sehr empfindlichen Multiplicators verbundenen Platinplatten enthielten. NOBILI fand einen elektrischen Strom, welcher von den Füssen nach dem Kopfe des Frosches ging und nannte diesen Strom *la corrente propria della rana* (Froschstrom). Wurden mehrere Froschpräparate säulenartig aneinander gefügt, so nahm die Wirkung des Stromes zu. NOBILI hielt jedoch den Froschstrom für eine Erscheinung, welche von den Lebensvorgängen unabhängig und erst durch die physischen Verhältnisse der Zubereitung des Frosches bedingt war; er hielt diese Ströme für thermo-elektrische, und erklärte die Vertheilung, wonach der Nerv das positive, der Muskel das negative Glied sein sollte, für eine Folge der stärkeren Abkühlung der kleineren Masse der Nerven im Verhältniss zu der geringern Abkühlung der grösseren Masse der Muskeln durch die Verdunstung. Seit dem Jahre 1837 hat MATTEUCCI Untersuchungen über den Froschstrom angestellt (*Essai sur les phénomènes électriques des animaux.* Paris 1840 und *Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux.* Paris 1844). MATTEUCCI zeigte, dass nicht der Nerv das positive und der Muskel das negative Glied sei, sondern dass die Verbindung von je zwei Punkten der Länge des Frosches den Strom in gleicher Richtung hervorrufen könne. Auch bei der Berührung eines Querschnittes (z. B. des Grundes einer Wunde) und der Oberfläche eines Muskels erhielt er einen Strom, der von dem innern Theile der Wunde nach der Oberfläche des Muskels gerichtet war. DUBOIS-REYMOND ging weiter und weicht in manchen Punkten von MATTEUCCI ab, der allerdings die Sicherheit nicht kannte, welche erst DUBOIS den Versuchen über thierische Elektricität zu geben wusste. DUBOIS-REYMOND hatte die von ihm gewonnenen Resultate in seinem Werke: Untersuchungen über thierische Elektricität. Berlin 1848 veröffentlicht. DUBOIS hat gezeigt, dass jeder einzelne Muskel, nicht blos des Frosches, sondern auch anderer, warmblütiger Thiere, einen Strom erzeugt, wenn er auf geeignete Weise zwischen die Enden eines höchst empfindlichen Galvanometers (Multiplicators) eingeschaltet wird. Die stärksten Ströme gaben beim Frosch der *M. gastrocnemius* und der *M. triceps*, während der *M. semimembranosus* nur schwächere Ströme gab. In einigen Muskeln war der Strom aufsteigend (d. h. von dem hintern Ende des Muskels gegen das vordere gerichtet), in andern absteigend. Der Froschstrom ist die Gesammtwirkung der einzelnen Muskelströme.

Dubois-Reymond stellte als Gesetz für den Muskelstrom folgendes auf: 1) Wird ein beliebiger Punkt des natürlichen oder künstlichen Längsschnittes eines Muskels mit einem ebenfalls beliebigen Punkte des natürlichen oder künstlichen Querschnitts desselben Muskels dergestalt in Verbindung gebracht, dass durch die Art und Weise der Verbindung keine Spannung entsteht, so zeigt ein eingeschaltetes Galvanometer einen starken Strom an, der vom Längsschnitt zum Querschnitt gerichtet ist. (Natürlicher Längsschnitt ist die natürliche Oberfläche des Muskels; reisst oder schneidet man von dieser in der Richtung des Muskels einzelne Fasern ab, so erhält man einen künstlichen Längsschnitt. Als natürlichen Querschnitt kann man das sehnige Ende des Muskels betrachten, welches nur einen leitenden Ueberzug über den natürlichen Querschnitt bildet.) 2) Wird ferner ein Punkt eines natürlichen oder künstlichen Querschnitts eines Muskels in Verbindung gebracht mit einem andern Punkte desselben Querschnitts oder einem Punkte eines andern natürlichen oder künstlichen Querschnittes desselben Muskels, und sind beide Punkte von dem Mittelpunkte des Querschnitts ungleich weit entfernt, so zeigt das Galvanometer abermals einen Strom an, der aber schwächer als der obenerwähnte ist und von dem weiter vom Mittelpunkte des Querschnitts entfernten Punkt nach dem ihm näher gelegenen gerichtet ist. 3) Auch wenn ein dem geometrisch mittlern Querschnitt des Muskels (Aequator) näher gelegener Punkt des Längsschnittes mit einem andern von jenem Aequator entfernteren Punkt des Längsschnittes desselben Muskels in Verbindung gebracht wird, entsteht ein schwacher Strom, welcher von dem dem Aequator näher gelegenen Punkte zu dem davon entfernteren gerichtet ist. Es entsteht aber kein Strom, wenn die mit einander verbundenen Punkte symmetrisch zum Aequator oder zur Längsaxe des Muskels gelegen sind. Aber nicht blos der ganze Muskel, sondern auch jedes Primitivbündel giebt einen Strom nach denselben Gesetzen wie der ganze Muskel. Immer verhält sich der Längsschnitt eines Muskels positiv zum Querschnitt und umgekehrt dieser negativ zum Längsschnitt. Die Muskeln sind aber durch die feuchten Leiter, welche sie umgeben, immer als im Zustande der geschlossnen Kette zu denken und die Ströme, welche ein eingeschaltetes Galvanometer zeigt, sind nur durch Nebenschliessung gewonnen, sie sind nur abgeleitete Ströme und erscheinen uns desshalb schwach. Ueber die Stärke des Muskelstromes selbst giebt das Galvanometer keine Aus-

kunft. Der Muskelstrom nimmt nach dem Tode in demselben Maasse ab, wie die Erregbarkeit des Muskels, und die Todtenstarre ist die Grenze, welche dem Muskelstrom gesetzt ist. Auch bei kräftigen Contractionen eines Muskels verliert der Muskelstrom an Intensität.

Dubois-Reymond ist es endlich auch gelungen, einen Nervenstrom nachzuweisen: als er ein Stück des *N. ischiadicus* eines frisch getödteten Frosches einerseits mit dem künstlichen Querschnitt, anderseits mit dem natürlichen Längsschnitt mit dem Galvanometer in Verbindung brachte, so erhielt er einen Strom, der wie der Muskelstrom vom Längsschnitt zum Querschnitt gerichtet war. Dubois stellte das Gesetz für den Nervenstrom analog dem Gesetz für den Muskelstrom auf. Gleich den Muskeln sind also auch die Nerven als im Zustand der geschlossenen Kette zu denken und da die durch das Galvanometer angezeigten Ströme nur abgeleitete sind, so erfahren wir durch die Angabe desselben nichts über die Stärke der in den Nerven überhaupt vorgehenden Strömungen. Wird durch einen Theil eines Nerven ein galvanischer Strom geleitet, so wird dadurch der Nervenstrom in einem andern Theil des Nerven, welcher gar nicht in die galvanische Kette eingeschlossen ist, in seiner Stärke abgeändert und zwar findet eine Verstärkung des Nervenstromes statt, wenn der galvanische Strom und der Nervenstrom im Nerven gleiche Richtung haben, eine Schwächung dagegen, wenn diese Richtungen entgegengesetzt sind. Es verhält sich demnach der Nerv so, als ob er, sobald irgend eine Strecke seiner Länge von einem elektrischen Strome durchflossen wird, abgesehen von seiner gewöhnlichen Stromentwicklung, anfinge in allen seinen Punkten elektromotorisch zu wirken und zwar in dem Sinne jenes erregenden Stromes selber. Diesen eigenthümlichen Zustand bezeichnet Dubois als Elektrotonus oder elektrotonischen Zustand des Nerven.

Der Nervenstrom ist ein sehr geringer oder gar nicht vorhanden, so lange der Nerv im Zustande der Thätigkeit, der Erregung ist. Wird der Nerv also z. B. durch Inductionsschläge tetanisirt oder von andern mechanischen oder sonstigen Reizen betroffen, so bemerkt man am eingeschalteten Galvanometer eine rückgängige Bewegung der Nadel, es tritt eine negative Stromesschwankung ein und diese muss als der elektrische Ausdruck des Bewegung und Empfindung vermittelnden Vorganges angesehen werden.

Dubois-Reymond hat seine gediegenen feinen und sichern Beobachtungen, die Frucht zwölfjähriger angestrengter Thätigkeit, in dem klassischen Werke: Untersuchungen über thierische Elek-

tricität (Berlin 1848) niedergelegt und es mögen die folgenden Worte aus der Vorrede jenes Werkes diesen Abschnitt schliessen: „Ich weise in allen Theilen des Nervensystemes aller Thiere elektrische Ströme nach, welche die Nadel eines empfindlichen Multiplicators an die Hemmung zu werfen vermögen. Dasselbe ist für alle Muskeln aller Thiere der Fall. Ich zeige, dass diese Ströme bestimmte Vorgänge erleiden in dem Augenblicke, wo im Nerven der Bewegung und Empfindung vermittelnde Vorgang, im Muskel die Zusammenziehung stattfindet. Für den Muskelstrom bin ich im Stande, sein Dasein und das Dasein der nämlichen Veränderungen desselben bei der Zusammenziehung auch am lebenden ganz unversehrten thierischen Körper darzuthun. Ja, ich lehre den menschlichen Körper durch Vermittlung eines Kupferdrahtes die Magnetnadel in der Ferne nach Willkür bald hierhin, bald dorthin abzulenken. Ich habe endlich eine Hypothese ersonnen, welche von allen diesen und vielen andern Erscheinungen, die der Zitterfische mit inbegriffen, einfache Rechenschaft abzulegen scheint in dem Sinne, dass die hier nach aussen bemerkbar werdenden elektrischen Veränderungen nicht blos gleichgültige Begleitzeichen, sondern die wesentliche Ursache sind der innern Bewegungen, aus denen sich der Vorgang in den Nerven bei der Innervation, in den Muskeln bei ihrer Thätigkeit zusammensetzt."

Wie sich die auch im menschlichen Körper circulirenden elektrischen Ströme verhalten gegen Ströme, die wir in den Körper leiten, wissen wir zur Zeit noch nicht, jedenfalls aber hängen dieselben mit der Erregbarkeit der Nerven eng zusammen und es ist durch die Untersuchungen von Eulenburg[1]), Erb[2]) u. a. sehr wahrscheinlich gemacht, dass elektrotonische Erscheinungen, wie sie Dubois-Reymond am blossgelegten Nerven nachwies, auch am lebenden Menschen zu Stande kommen.

---

[1]) Ueber elektrotonisirende Wirkungen bei percutaner Anwendung des constanten Stromes auf Nerven und Muskeln. Deutsch. Archiv f. klin. Med. 1867. Bd. 3.

[2]) Ueber elektrotonische Erscheinungen am lebenden Menschen. D. Archiv f. klin. Med. 1867. Bd. 3.

II.

Die zu medicinischen Zwecken construirten elektrischen Apparate.

Wenn auch nicht zu leugnen ist, dass oft genug durch irgend welche elektrische Vorrichtung gewisse krankhafte Zustände beseitigt werden können und dass zweifellos günstige Erfolge auch mit sehr unvollkommenen Apparaten erzielt worden sind, so ist doch für die rationelle Elektrotherapie die Wahl eines guten, geeigneten Apparates von grosser Wichtigkeit. Erst durch die Erfindung und Construction leicht zu handhabender Apparate ist überhaupt eine verbreitete Anwendung der Elektricität möglich geworden und durch unablässige Verbesserungen ist man seit Jahren bestrebt gewesen, den Anforderungen der praktischen Aerzte zu genügen.

Eine berechtigte Forderung der Aerzte aber ist, dass ein zu therapeutischen Zwecken dienender elektrischer Apparat jederzeit ohne mühevolle Vorbereitung in Thätigkeit gesetzt werden kann, dass er hinreichend constante und kräftige Ströme liefere, deren Stärke sicher und bequem geändert werden kann, dass er leicht transportabel sei und dass die Kosten seiner Anschaffung und Unterhaltung nicht zu hoch seien.

Den vereinten Bemühungen von Aerzten und Mechanikern ist es nun in den letzten Decennien gelungen, eine grosse Anzahl von elektrischen Heilapparaten zu construiren, welche diesen Anforderungen mehr oder weniger vollständig entsprechen und an guten Apparaten ist kein Mangel.

A. Galvanische Apparate.

1. Das Daniell-Siemens'sche Zink-Kupfer-Element.

Die zuerst von Remak gebrauchten Daniell'schen Elemente, deren Instandsetzung und tägliche Reinigung höchst umständlich und zeitraubend ist, sind von Siemens in trefflicher Weise modificirt worden, so dass dieselben jederzeit ohne besondere Vorbereitung monatelang einen constanten galvanischen Strom liefern.

Jedes Element befindet sich in einem Glase von 15 Ctm. Höhe und 11 Ctm. Durchmesser. Ein in Schneckenwindungen gebogener, 1 Zoll breiter Streifen von Kupferblech steht auf dem Grunde des Glases mit der Kante auf und ist von einer Thonzelle umgeben, deren Boden einen Ausschnitt hat. In diesen ist ein 2,5 Ctm. weiter, über den Rand des Glases hervorragender Glascylinder eingekittet, welcher mit Wasser und Kupfervitriolstückchen bis an den Rand gefüllt wird. Oberhalb der Thonzelle, dieselbe umgebend und bis auf den Boden des Glases reichend, befindet sich eine 6—7 Ctm. dicke, zusammengepresste Schicht von mit Schwefelsäure behandeltem Papiermaché und auf dieser, durch eine Barchentlage getrennt, ein 4,5 Ctm. hoher und 1,5 Ctm. dicker Zinkcylinder, der bis über den Rand unter Wasser gesetzt wird. Dieses ist nach einigen Monaten durch neues zu ersetzen, damit das durch den Strom gebildete Zinkvitriol stets gelöst erhalten werde. Ebenso ist ein Nachfüllen von Kupfervitriol von Zeit zu Zeit nöthig. Die einzelnen Elemente werden nun hintereinander, d. i. immer Zink mit Kupfer, zur Batterie verbunden und durch Telegraphendrähte zum Stromwähler geführt. Solche Batterien von 50—60 Elementen werden von Krüger und Hirschmann in Berlin in einem Schranke mit allen Nebeninstrumenten geliefert und zeichnen sich durch constante Wirkung aus. Wegen ihres grossen Umfanges und ihrer Schwere sind diese Batterien jedoch nicht transportabel.

2. Das Leclanché'sche Zink-, Kohle-, Braunstein-Element.

Dieses Element besteht aus einem Thoncylinder, in welchen eine stabförmige Platte von Gaskohle eingelassen ist, die von einem Gemisch von grobgepulverten Braunstein (Manganhyperoxyd) und Gaskohle umgeben ist. Der Thoncylinder wird in ein Glasgefäss mit concentrirter Salmiaklösung gestellt, in welchem sich auch der amalgamirte Zinkcylinder befindet. Diese Elemente und mehrere Modificationen derselben werden gegenwärtig vielfach gebraucht, besonders für Inductionsapparate[1]).

Grosse aus Leclanché-Elementen gebildete Batterien sind ebenso wenig wie die Siemens'schen Apparate transportabel. Dasselbe gilt auch von der Frommhold'schen modificirten Smee'schen Batterie[2]).

[1]) Ausführliche Beschreibung u. Abbildung dieser Elemente s. in Ziemssen: Die Elektricität in der Medicin. 1872. S. 180.

[2]) Der constante galvanische Strom. Pest 1866.

Die Transportabilität der galvanischen Apparate ist aber als unbedingt nöthig jetzt allgemein anerkannt. Desshalb sind auch die soeben erwähnten Daniell-Siemens'schen Batterieen von Krüger und Hirschmann in Berlin, von Heller in Nürnberg und Raabe in Erlangen mit kleinern Elementen hergestellt worden. Ebenso ist nach der Angabe von Beetz[1]) eine Batterie mit modificirten kleinen Leclanché-Elementen und von Pincus eine Chlorsilber-Zinkbatterie construirt worden, deren Verbesserungen von Stöhrer eine Zukunft zu haben scheinen.

Die von mir selbst gebrauchten hier näher zu beschreibenden Apparate sind grösstentheils auf meine Anregung von Dr. E. Stöhrer in Dresden gefertigt und haben durch ihre weite Verbreitung den besten Beweis ihrer Zweckmässigkeit geliefert.

3. Stöhrer's grössere transportable Platten-Batterie mit Hebevorrichtung und Schlussschieber.

Abbildung in 1/6 Grösse.

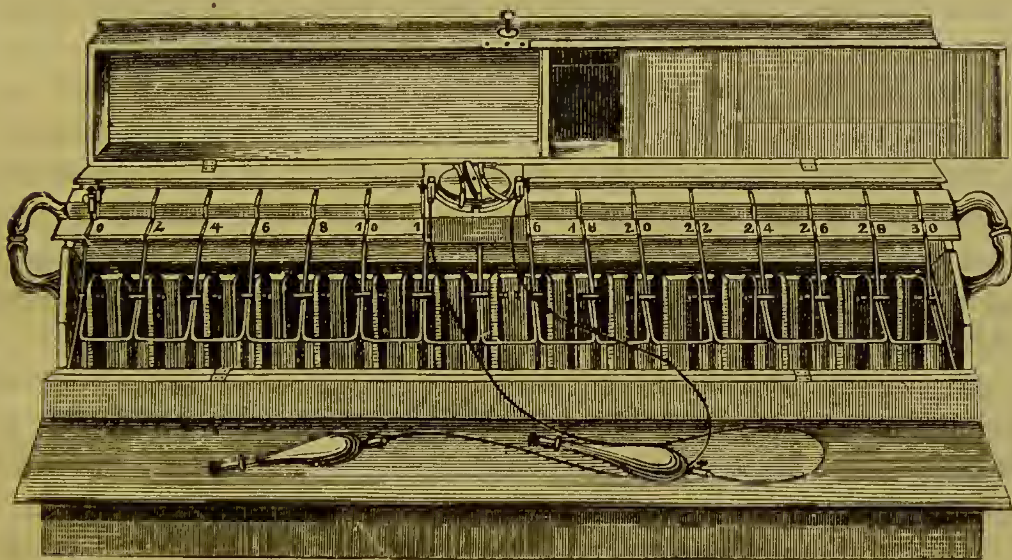


Fig. 1.

Diese Batterie besteht aus 30 grösseren Elementen aus Kohlen- und Zinkplatten von 12 Ctm. Höhe zusammengesetzt. Das Gewicht der gesammten Theile beträgt mit der Füllung ohngefähr 21 Kilogramm.

Sämmtliche Theile der Batterie mit den Nebenapparaten sind in einem verschliessbaren, mit Handhaben versehenen Kasten von Eichenholz befindlich. Beim Gebrauch der Batterie wird blos der obere

[1]) Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. 10. Hft. 1.

kleine Deckel des Kastens geöffnet. Ausserdem ist der Kasten aber noch mit Seitendeckeln versehen, deren vorderer in der Abbildung geöffnet ist, um die Anordnung der Elemente sehen zu können.

Auf dem Boden des Kastens steht ein durch Scheidewand in zwei Theile abgetheilter niederer Kasten. In jeder der Abtheilungen stehen 15 vierseitige Gläser zur Aufnahme der Säure. Der innere Kasten lässt sich von Aussen heben und in der höchsten Stellung befestigen. Zu diesem Zwecke sind an den schmalen Seiten desselben ovale, um eine Horizontalaxe drehbare Holzhefte angebracht, welche durch einen Schlitz des äusseren Kastens ragend, von Aussen gefasst werden können. Das obere Ende des Schlitzes im äusseren Kasten endet in einen kreisförmigen Ausschnitt. Wenn nach Hebung die ovalen Holzhefte um einen Viertelkreis gewendet werden, so bleibt der innere Kasten in der höchsten Stellung befestigt. Nach Gebrauch lässt man denselben auf gleiche Weise wieder herab. Es sind diese Theile in der Abbildung nicht sichtbar.

Der oberste Theil des geöffneten Kastens zeigt den Elemententräger mit dem Schlussschieber, auf welchem zugleich der Commutator mit den Schraubenständern für das Einsetzen der Leitungsschnüre angebracht ist. Der Elemententräger besteht aus einer mit Einschnitten und senkrecht hinter letzteren eingebohrten Löchern versehenen Holzschiene, auf deren, mit vorspringenden Rändern versehenen Oberseite sich ein Schlitten vorschieben lässt. Der Schlitten trägt den Commutator. An der unteren Seite desselben in Verbindung mit den Köpfen des Commutators sind zwei federnde Metallschienen angebracht, welche in eine Rinne des Elemententrägers hineinragen. In die Einschnitte und die hinter denselben eingebohrten Löcher werden umgebogene starke Drahtbügel gesteckt, deren jeder an einem mit Schrauben und Muttern versehenen Querstücke eine Kohlen- und Zinkplatte trägt.

Durch diese einfache Vorrichtung wird die Kohle des einen mit dem Zink des nächsten Elementes dauernd durch guten Contact verbunden, man kann jedes Paar leicht vom Träger abheben, die Platten nach Befinden abnehmen, reinigen etc., ohne das Ganze auseinander nehmen zu müssen.

Sämmtliche Drahtbügel ragen in der Rinne des Elemententrägers etwas hervor, so dass die federnden Schienen des Schlussschiebers stets ein Paar der gegenüberliegenden Drahtbügel berühren. Diese Metallschienen sind so lang, dass beim Vorschieben des Schlittens das nächste Paar der Drahtbügel schon berührt wird, bevor die vorher-

gehenden ausser Contact mit den Schienen kommen. Es erfolgt demnach bei dem Gebrauch des Schlussschiebers keine Trennung der Kette.

Der Elemententräger ist mit Ziffern von 0 bis 30 versehen und hat man den Schlussschieber so zu stellen, dass die Ziffer der beabsichtigten Anzahl von Elementen mitten unter demselben steht, wie auf der Abbildung ersichtlich, wo 14 Elemente eingeschaltet sind. Es ist dies wohl zu beachten, weil durch Einstellung des Schiebers mitten zwischen zwei Elementen diese in sich geschlossen werden, wodurch Gasentwickelung, übler Geruch und schnelles Sinken des Stromes entsteht. An beiden Seiten der zwei Reihen von Elementen bei 0 und 30 endet die Batterie in einzelnen Kohlen- resp. Zinkplatten. Bei 30 bleibt die Batterie offen, bei 0 hingegen sind die Drahtbügel, welche die erste Kohle der vorderen und das erste Zink der hinteren Reihe tragen, mit Schraubenstücken versehen. Letztere sind durch eine Klammer von Kupferdraht verbunden.

Der obere kleine Deckel des Apparates enthält einen Schubkasten zur Aufbewahrung der Nebenapparate. Während des Transportes ist der Kasten geschlossen, die Gläser sind herabgelassen und da sie nur bis zur Hälfte gefüllt sind, tritt ein Verschütten der Säure nicht ein.

Füllung und Handhabung der Batterie. Nachdem die Plattenpaare in oben beschriebener Weise mittels der Drahtbügel in den Elemententräger eingehängt sind, hebt man den Kasten mit den Gläsern und giesst die verdünnte Schwefelsäure ein. Es bleibt oben ein Raum von mindestens $2^1/_2$ Ctm. leer. Das Verhältniss der Verdünnung kann 1 Raumtheil Schwefelsäure zu 6 Theilen Wasser sein. Bevor man die Säure eingiesst, schüttet man in jedes Glas eine Priese schwefelsaures Quecksilberoxyd. Hierdurch wird die Wirkung zwar nicht bedeutend erhöht, jedoch erhält sich das Amalgam der Zinkplatten auf längere Zeit, besonders wenn man diesen Zusatz öfters wiederholt und die verdunstete Flüssigkeit durch Zugiessen von Wasser oder zwölffach verdünnter Schwefelsäure ersetzt.

Der Zusatz des Quecksilbersalzes ist nicht unbedingt nöthig, denn auch die Füllung mit verdünnter Säure allein giebt einen mehrere Monate aushaltenden Strom, wenn man dafür sorgt, dass die Zinkplatten stets gut amalgamirt bleiben. Das letztere ist überhaupt unerlässliche Bedingung, welche bei der Kleinheit der Zinkplatten und der bequemen Zugänglichkeit derselben nur sehr geringe Mühwaltung verursacht.

Die Plattenpaare passen zwar in jede der Rinnen, doch hat man darauf zu achten, dass die Drahtbügel auf dem Grunde der Rinnen

aufsitzen, damit die Schienen des Schlussschiebers sich ungehindert bewegen können. Man kann diese Schienen mit etwas Oel benetzen, wie die reibenden Theile des Commutators, doch ist es gut, diese sowohl als die Drahtbügel zuweilen zu reinigen.

Die Dauer der Brauchbarkeit ohne neue Füllung richtet sich nach dem selteneren oder häufigeren Gebrauch. Unter gewöhnlichen Umständen, bei täglichem Gebrauch, wird mehrere Monate nichts an der Batterie gethan, als höchstens die verdunstete Flüssigkeit ersetzt. Lässt sich der Strom durch Nachfüllen nicht mehr aufhelfen, so wird eine neue Füllung vorgenommen. Die Elemente werden ausgehoben und in Wasser mit einer harten Zahnbürste gereinigt. Die Zinkplatten nimmt man ab, wenn sie neu amalgamirt werden sollen. Vor dem Wiederaufsetzen derselben auf den Träger muss alles Quecksilber eingezogen sein, es ist überhaupt nicht nöthig, den obern Theil der Zinkplatten zu amalgamiren. Die Kohlenplatten kann man ebenfalls abnehmen, wenn sich unter den Berührungsstellen am messingenen Träger Oxyd zeigt, letzteres durch Abbürsten in Wasser entfernen und die Kohlen erst nach dem Trocknen wieder aufsetzen.

Ganz nach dieser Construction werden von Stöhrer auch kleinere Apparate gefertigt, die als leicht transportable Handbatterieen grosse Verbreitung erlangt haben.

B. Inductionsapparate.

a. Allgemeines.

Die Inductionsapparate, welche aus einer galvanischen Kette, einem Drahtbündel (Eisenkern), einer magnetisirenden und einer Inductions-Spirale bestehen, sind unter dem Namen der volta-elektrischen, galvano-elektrischen faradischen Apparate bekannt, im Gegensatz zu den magneto-elektrischen (Rotations-) Apparaten, bei welchen ein Magnet die ursprüngliche Ursache der Inductionsströme ist.

Man verlangt zunächst von einem Inductionsapparat, dass er hinreichend starke Ströme zu liefern im Stande sei. Die kräftige Wirkung eines volta-elektrischen Inductionsapparates hängt vor andern von der Stromstärke des als Elektricitätsquelle dienenden galvanischen Elementes ab. Man hat sich bei der Construction der Inductionsapparate bald der Daniell'schen, bald der Bunsen'schen, der Grove'schen und anderer constanter Ketten bedient und die-

selben vielfach modificirt. Unter diesen Modificationen sind einige, wie die oben beschriebenen, zur Verwendung bei Inductionsapparaten sehr geeignet, da sie bequem zu handhaben und auch hinreichend kräftig und beständig in ihrer Wirkung sind.

Die Intensität der Inductionsströme ist aber auch von der Beschaffenheit der Inductionsvorrichtung selbst abhängig; also zunächst von der Construction der Spiralen (Rollen). Die erste magnetisirende Spirale, welche aus mehreren Lagen eines mit Seide umsponnenen Kupferdrahtes besteht, umgiebt den Eisenkern (das Drahtbündel). Ueber die erste Spirale ist bei vollständigen Apparaten die, aus etwas feinerem und längerem Draht auf einer Holzspule aufgewundene, zweite sog. Inductionsspirale geschoben. Werden nun die Enden der ersten Spirale mit den Polen eines galvanischen Elementes verbunden, so stellen sich nach den früher gegebenen Auseinandersetzungen im Momente des Eintritts des Stromes und in dem der Unterbrechung desselben die Inductionserscheinungen dar durch den wechselseitigen Einfluss der Windungen auf einander und des zeitweiligen Magneten auf die Windungen. Der hierbei in der ersten Spirale entstehende Inductionsstrom wird nach Faraday als Extrastrom (Extracurrent) bezeichnet. Nach Duchenne wird dieser Strom der **primäre** oder **inducirende** Strom genannt, weil er in der zweiten Spirale einen **secundären, inducirten** Strom erzeugt. Diese Bezeichnung ist nicht ganz richtig, da man streng genommen als primären Strom doch nur den ursprünglich die Inductionserscheinungen erregenden galvanischen Strom bezeichnen kann, indess ist diese Terminologie unter den Aerzten so eingebürgert, dass man nicht davon abgehen kann und muss man nur immer daran denken, dass auch der primäre Strom ein Inductionsstrom ist, mit welchem Namen wir ihn in der Folge auch bezeichnen werden.

Die den primären Inductionsstrom liefernde Spirale besteht gewöhnlich aus einem kürzeren, dickeren Drahte von $1^1/_2$ Millimeter Durchmesser, während die Inductionsspirale aus sehr vielen Windungen eines noch dünnern Drahtes von $^1/_2$ Millimeter Durchmesser gebildet wird. Da nun der Leitungswiderstand eines Metalldrahts im geraden Verhältniss seiner Länge und im umgekehrten Verhältniss seiner Dicke wächst, so muss der dickere Draht eine grössere Quantität, der dünnere Draht eine grössere Intensität des Stromes liefern. (Duchenne hat zuerst auf die verschiedene physiologische Wirkung der primären und secundären Inductionsströme aufmerksam gemacht, auf die wir später zurückkommen.) Mit der Länge

des die Inductionsspirale bildenden Drahtes nimmt die Intensität der Inductionsströme zu und es müssen desshalb die Spiralen bei kräftig wirkenden Apparaten aus zahlreichen Windungen bestehen.

Der von der Hauptspirale umgebene Eisenkern, welcher unter dem Einfluss des galvanischen Stromes magnetisch wird und dadurch Inductionsströme in der Spirale erregt, besteht bei guten Inductionsapparaten aus einem Bündel dünner mit Firniss überzogener Eisendrähte, deren keiner den andern metallisch berührt, weil, wie wir oben gesehen haben, massive Eisenkerne schwächend auf den Inductionsstrom wirken.

Da man in der Praxis nicht in allen Fällen starke Ströme anwenden kann, so ist es nothwendig, dass ein vollständiger Apparat bequeme Vorrichtungen habe, mittels deren man die Stromstärke bis auf ein Minimum abschwächen und ebenso leicht wieder auf den vorigen Grad zurückführen kann. Die Stromstärke kann nun auf verschiedene Weise vermindert werden, und zwar zunächst dadurch, dass man einen leicht zu verändernden Widerstand einschaltet. An vielen Apparaten ist ein solcher Widerstand in Form eines mit Wasser gefüllten Glasrohrs (Moderators) angebracht; der Strom muss bei dieser Einrichtung eine Wassersäule durchlaufen, welche durch tieferes Einsenken oder Herausziehen eines beweglichen stromführenden Metalldrahtes kürzer oder länger gemacht werden kann und so dem Strom einen geringern oder grössern Widerstand entgegensetzt.

Man kann die Stromstärke aber auch dadurch vermindern, dass man den Eisenkern aus der den primären Strom liefernden Spirale mehr oder weniger weit herauszieht; ist der Eisenkern, dessen einzelne Drahtstäbchen durch Hülsen zu einem Ganzen vereinigt sein können, ganz aus der Rolle herausgenommen, so ist der Strom bedeutend geschwächt.

Noch vollkommener lässt sich der Strom schwächen durch einen kupfernen Cylinder, Dämpfer, der über den Eisenkern oder über die Hauptspirale oder auch über die Inductionsspirale geschoben wird. Wir haben oben gesehen, dass in einem solchen Cylinder ebenso wie in den Spiralen beim Unterbrechen des galvanischen Stromes gleichlaufende Inductionsströme entstehen und dass der im Cylinder entstehende Inductionsstrom folglich in der Inductionsspirale einen entgegengesetzten Strom hervorruft und dadurch dessen Stärke vermindert. Ist der Cylinder ganz über die Spiralen geschoben, so ist die Inductionswirkung am schwächsten, während sie am stärksten ist, wenn der Cylinder ganz von den Spiralen entfernt ist.

Um die Stärke des secundären Inductionsstroms zu ändern, giebt es kein besseres Mittel, als die Verschiebung der Spirale. Es sind desshalb vollständige Apparate so eingerichtet, dass die Inductionsspirale (oder äussere Rolle) auf einem Fusse (Schlitten) befestigt ist und über der Hauptspirale (oder innern Rolle) hin und her geschoben werden kann. Diese sogenannten zuerst von DUBOIS REYMOND angegebenen Schlittenmagnetelektromotoren oder Schlittenapparate bilden die Grundlage aller jetzt gebräuchlichen complicirten Inductionsapparate. Bei diesen Schlittenapparaten ist der secundäre Strom am stärksten, wenn die Inductionsspirale ganz über die Hauptspirale geschoben ist, je weiter sie aber zurückgezogen ist, um so mehr wird der Strom geschwächt und verschwindet vollständig, wenn die Spirale ganz hinweg genommen wird. Auf einer an den Schienen (auf welchen der Schlitten läuft) angebrachten, in Millimeter getheilten Scala kann nun die Entfernung der beiden Spiralen, welche man den Rollenabstand nennt, gemessen und abgelesen werden. Diese Scala muss so angebracht sein, dass bei *O* die innere (primäre) Rolle von der äussern (secundären) Rolle ganz bedeckt ist. Dabei ist der secundäre Inductionsstrom am stärksten; beim Zurückschieben der Spirale, wobei man den Rollenabstand vermehrt, wird der Strom immer schwächer. Zugleich kann aber die bewegliche Inductionsspirale auch als Dämpfer für den primären Inductionsstrom dienen; es wirkt nämlich die Spirale, wenn man ihre Drahtenden durch einen Metalldraht verbindet, ganz wie der dämpfende Kupfercylinder, der an guten Apparaten ebenfalls mit einer Scala zur Messung der Stärke des primären Inductionsstromes versehen ist.

Da nur beim Oeffnen und Schliessen des galvanischen Stroms die Inductionsströme in den Spiralen entstehen, so ist die Vorrichtung, welche zum Unterbrechen des Stromes dient, bei der Construction der Inductionsapparate von grosser Wichtigkeit. Bei den ältern Apparaten wurde die Unterbrechung auf mechanischem Wege durch Drehung eines zwischen dem galvanischen Elemente und der Inductionsvorrichtung eingeschalteten gezahnten Rades bewirkt, während gegenwärtig nur Apparate mit selbstthätiger Unterbrechung construirt werden, bei denen der im Eisenkern erregte Elektromagnetismus als bewegende Kraft dient. Diese selbstthätige Unterbrechungsvorrichtung, welche zuerst von NEEF angewendet wurde und unter dem Namen des Neef'schen Hammers bekannt ist, besteht darin, dass vor oder über dem Eisenkern an einer schwingenden Metallfeder ein eisernes Plättchen, der sogenannte Hammer, befestigt ist. Diese schwingende Metallfeder

drückt etwa in ihrer Mitte mit einem Platinscheibchen gegen eine Platinspitze, durch welche der Strom geht. Sobald nun der Eisenkern durch den in der Hauptspirale laufenden galvanischen Strom magnetisch wird, zieht er den Hammer an, wobei zugleich die Metallfeder ihre Berührungsstelle an der Platinspitze verlässt; hierdurch wird aber auch der Strom unterbrochen, der Eisenkern verliert sofort seinen Magnetismus, der Hammer wird nicht mehr angezogen, die Feder schnellt zurück gegen die Platinspitze und der Strom ist wieder geschlossen. Es beginnt nun eine neue Magnetisirung des Eisenkerns, neue Anziehung des Hammers, neue Stromunterbrechung u. s. w. An einigen Apparaten wird die Anziehung des Hammers durch einen besondern kleinen Elektromagnet bewirkt, der nur als ein Theil des Eisenkerns und der Hauptspirale zu betrachten ist.

Ein vollständiger Apparat muss nun so eingerichtet sein, dass man den Strom in rasch und langsam folgenden Unterbrechungen wirken lassen kann, da die rasch oder langsam folgenden Stromunterbrechungen verschiedene physiologische Wirkungen hervorbringen. Dies ist dadurch zu erreichen, dass man die Schwingungen der den Hammer tragenden Metallfeder oder des Hammers selbst verlangsamt, und wir werden die hierzu geeigneten Vorrichtungen weiter unten kennen lernen. Der Kürze halber werden die Inductionsströme mit rasch aufeinander folgenden Unterbrechungen als schnellschlägige Ströme bezeichnet.

Bei dem sogenannten magneto-elektrischen Rotationsapparate werden die Inductionsströme nicht durch eine galvanische Kette, sondern durch einen Magnet erzeugt. Wir haben oben gesehen, dass, wenn ein Magnet einem geschlossenen Leiter genähert oder von ihm entfernt wird, in diesem durch Erzeugen und Vernichten einer magnetischen Vertheilung elektrische Ströme erregt werden. Die magneto-elektrischen Rotationsmaschinen bestehen gewöhnlich aus einem hufeisenförmigen Magnet, der bei den meisten Apparaten feststehend in horizontaler Lage sich befindet. Zwischen seinen Schenkeln liegt eine ebenfalls horizontale Axe, an welcher zwei kurze, mit Inductionsspiralen umgebene Eisenkerne parallel mit ihr so befestigt sind, dass sie bei der Umdrehung der Axe sehr nahe vor den Polen des Hufeisenmagnets rotiren. Bei dieser Rotation werden nun die Inductionsspiralen den Polen des Magnets abwechselnd genähert und von ihnen entfernt, zugleich werden aber auch die Eisenkerne durch die Annäherung an die Magnetpole magnetisch und verlieren bei der Entfernung von denselben ihren Magnetismus wieder. Sowohl durch

das Annähern der Spirale an den Magnet und das Entfernen von ihm, als auch durch das Magnetisiren des Eisenkerns und das Verschwinden des Magnetismus aus demselben, werden elektrische Ströme in den Spiralen inducirt. Bei der Rotation können diese Ströme jedoch nicht immer gleiche Richtung haben, da durch das Annähern der Spirale und das Magnetisiren des Eisenkerns auf der einen Seite ein gerade entgegengesetzter Strom erzeugt wird, als durch das Entfernen der Spirale und das Verschwinden des Magnetismus auf der andern Seite. Um immer gleich gerichtete Ströme zu erhalten, ist desshalb an den neuern Apparaten eine besondere Vorrichtung angebracht, der sogenannte *Commutator*.

Die *kräftige Wirkung* der magneto-elektrischen Apparate hängt ebenso wie die der volta-elektrischen Apparate zunächst von der Stärke des ursprünglichen Elektricitätserregers ab, also hier von der *Stärke des Magnetes*, ausserdem aber von der *Entfernung* desselben von den Eisenkernen und den sie umgebenden Spiralen. Je *näher* diese dem Magnet sind, desto stärkere Ströme liefert der Apparat, der desshalb so eingerichtet werden kann, dass durch Verschiebung des Magnets eine Verstärkung oder *Abschwächung* des Inductionsstromes möglich ist. Endlich kann durch rascheres oder langsameres Umdrehen der Inductoren vor den Polen des Magnets eine stärkere oder schwächere Wirkung des Stromes und zugleich eine raschere oder langsamere *Unterbrechung* desselben erzielt werden.

Die magneto-elektrischen Rotationsapparate werden gegenwärtig weniger häufig in der medicinischen Praxis angewendet, da die volta-elektrischen Inductionsapparate mit selbstthätiger Unterbrechung weit bequemer zu handhaben sind, als erstere, welche nur durch Drehung mittels einer Kurbel in Thätigkeit gesetzt werden können. Empfehlenswerth würde es sein, diese Kurbel durch eine mit dem Fusse zu tretende Vorrichtung (wie bei der Nähmaschine) in Bewegung zu versetzen.

Ein Unterschied *in der Wirkung* der magneto-elektrischen Rotationsapparate und der volta-elektrischen Inductionsapparate kann vom Standpunkte der Physik aus nicht angenommen werden, jedoch haben mehre Elektrotherapeuten die Bemerkung gemacht, dass ein solcher Unterschied in der Wirkung auf den Organismus vorhanden sei. So fand Duchenne, dass die magneto-elektrischen Inductionsströme eine stärkere Wirkung auf die Retina ausüben und dass sie ausserdem die Haut stärker reizen, als die volta-elektrischen. Auch die elektrolytischen Wirkungen der magneto-elektrischen Ströme sind nach Remak

stärker als die der volta-elektrischen, da bei ersteren die Dauer des in Schwankung der Dichtigkeit begriffenen Stromes eine längere und die Unterbrechung eine seltenere ist, als bei letzteren. In wiefern übrigens dieser Unterschied in der Wirkung von der Verschiedenheit der Construction der Apparate, Beschaffenheit der Spiralen, Unterbrechungsvorrichtung u. s. w. abhängig sei, bleibt noch dahingestellt.

Es ist nicht der Zweck dieses Abschnittes, alle zu medicinischen Zwecken construirten mehr oder weniger zweckmässigen Apparate anzuführen. Nur die von mir selbst seit vielen Jahren gebrauchten Vorrichtungen sollen hier näher beschrieben werden. Dieselben sind nach meiner Angabe und auf meine Anregung grösstentheils von den um die Construction elektrischer Apparate hochverdienten Dr. E. Stöhrer in Dresden gefertigt und haben durch ihre weite Verbreitung über die ganze civilisirte Welt den besten Beweis ihrer Zweckmässigkeit geliefert. Die von einzelnen Specialisten neuerdings in das elektrotherapeutische Instrumentarium aufgenommenen, den physikalischen Laboratorien entlehnten Vorrichtungen sind bei dem Gebrauch der Stöhrer'schen Apparate für gewöhnliche praktische Zwecke recht wohl zu entbehren.

1. Kleiner Inductionsapparat No. 1 von E. Stöhrer.

A. Die Batterie desselben besteht aus Kohle und Zink, ohne Anwendung einer Thonzelle. Das Innere der Kohle, mit Sand gefüllt und durch einen Glasstöpsel verschlossen, dient zur Aufnahme einer concentrirten Lösung von Chromsäure in Wasser.

Das Zink umgiebt die Kohle und wird durch gläserne Isolatoren von der Berührung mit derselben abgehalten. Zink und Kohle sind an der Wand des Apparates durch Klemmschrauben befestigt. Das kupferne Plättchen, welches durch eine Schraube unmittelbar an die Wand der Kohle gepresst wird, hat man an der Berührungsstelle rein zu erhalten. Das Glas dient zur Aufnahme der verdünnten Schwefelsäure; es ist vertical verschiebbar und kann an jeder Stelle befestigt werden. Diese Einrichtung hat den Zweck, die Säure ganz oder nur zum Theil mit dem Erreger in Berührung zu bringen, oder beim gänzlichen Herablassen des Glases alle Wirkung aufzuheben. Da im letzteren Falle die Säure nur das unterste Dritttheil des Glases einnimmt, so kann der Apparat mit der Füllung ohne alle Gefahr transportirt werden. Bei Anwendung englischer Schwefelsäure wählt man

am besten eine Verdünnung im Verhältniss von einem Raumtheile Schwefelsäure zu sechs Theilen Wasser.

Es ist eine wesentliche Bedingung zur Erzeugung eines constanten und starken Stromes, dass man das Zink in gut amalgamirtem Zustande erhält, denn sobald das Zink von der Säure angegriffen wird, sinkt der Strom und man hat durch Gasentwicklung üblen Geruch, so wie Beschädigung der Metalltheile des Apparates zu befürchten. Um den beschädigten oder noch gar nicht amalgamirten Cylinder mit Quecksilber zu überziehen, verfährt man auf folgende Weise.

Man stellt denselben in das herausgenommene Glas und übergiesst ihn mit ungebrauchter verdünnter Schwefelsäure, so dass er ganz be-

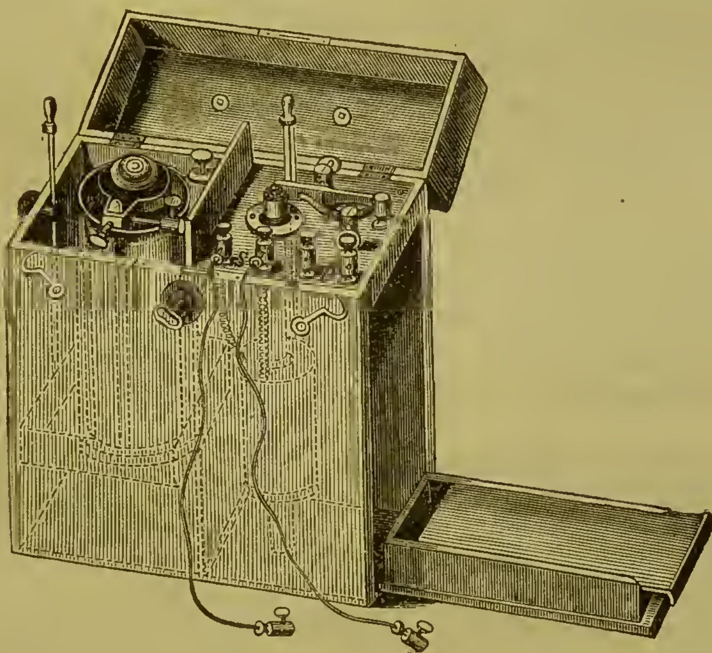


Fig. 2.

deckt ist. Die Säure muss eine Zeit lang tüchtig einwirken, damit alles Oxyd entfernt wird. Man nimmt den Cylinder nun heraus und übergiesst ihn von innen und aussen mit einigen Tropfen Quecksilber, welches man durch ein an einen Stab gebundenes Läppchen gut vertheilt. Finden sich noch unüberzogene Stellen, so stellt man den Cylinder von Neuem in die Säure, bis er vollständig glänzend erscheint. Er wird nun in Wasser abgespült und zum Trocknen auf Löschpapier gelegt, wobei man ihn einige Male umwendet. Nach einigen Stunden ist das Quecksilber in das Innere gedrungen und der Cylinder zum Gebrauch fertig.

Bei Bezug neuer Apparate erhält man das Zink schon amalgamirt, nach längerem Gebrauch ist indessen eine Wiederholung des Amalgamirens nöthig, sobald man das Brausen der Schwefelsäure bemerkt.

B. Die Handhabung dieser Batterieen mit Verschiebung des Glases gestattet in Bezug auf die Erzeugung eines beliebig starken Stromes grosse Vortheile. Bei frischer Füllung hebt man das Glas nur sehr wenig und benutzt überhaupt nur eine so grosse Berührungsfläche der Kohle und des Zinks, als man eben bedarf, um den Apparat in Gang zu setzen. Die Folge von dieser Sparsamkeit ist, dass man dieselbe Säure sehr lange benutzen kann und dass das Zink sehr wenig angegriffen wird.

Ferner kann man durch Verschiebung des Glases unmittelbar auf die Stärke des primären und secundären Stromes einwirken und hat hiermit schon ein Mittel zur Graduirung beider Ströme. Endlich ist die Bequemlichkeit und Reinlichkeit, womit man, ohne die Säure aus- und einfüllen zu müssen, sofort bei Hebung des Glases den Apparat in Gang setzt, für den Arzt eine der wichtigsten Eigenschaften dieser Batterieen. Beim Tragen des Apparates ist es kaum möglich, Säure zu verschütten, da derselbe bis auf einen Winkel von 60 Grad geneigt werden kann, ehe eine Gefahr eintritt. Dasselbe gilt für das Fahren im Wagen.

C. Der Inductionsapparat. Durch die Klemmschrauben, welche das Zink und die Kohle an der Wand festhalten, wird der Strom der Batterie ins Innere des Kastens durch die primäre Spirale und den Unterbrecher geführt.

Der Letztere besteht aus einem vierkantigen Eisenstück, welches, leicht beweglich an einer Feder befestigt, vom Elektromagnet angezogen wird und, indem es seinen Ruhepunkt an der mit Platinspitze versehenen Stellschraube verlässt, die Leitung trennt; der Elektromagnet, welcher nun seinen Magnetismus verliert, lässt den von der Feder zurückgetriebenen Hammer los. Durch wiederholte Berührung des Hammers mit der Platinspitze tritt der Strom von Neuem ein. Es entsteht hierdurch das bekannte Spiel des Hammers und als dessen Folge die Induction in der secundären Spirale. Beide Spiralen befinden sich im Innern des Kastens, die letztere kann durch Aufziehen eines graduirten Stäbchens vertical verschoben werden.

Eine messingene, mit Druckschraube versehene Feder lehnt sich gegen den Hammer und drückt denselben mit grösserer oder gerin-

gerer Kraft, je nachdem man die Druckschraube vor- oder rückwärts schraubt, gegen den Platinstift.

Diese Einrichtung hat den Zweck, sowohl die Stärke der Inductionsstösse in beliebiger Weise abzuändern, als auch das Tempo der Vibrationen des Hammers langsam oder schnell hervorzubringen. Bei starker Spannung der Messingfeder muss der Hammer durch Vorwärtsschrauben der Platinspitze dem Magnet mehr genähert werden, als bei schwächerer Spannung. Langsame Schläge des Hammers erhält man bei starker Spannung der Messingfeder, mit dem Nachlassen der Spannung schlägt der Hammer schneller, am schnellsten bei gänzlicher Entfernung der Messingfeder. Einige Versuche lehren bald, dass durch den Gebrauch dieser Theile des Apparates die Inductionsströme einen willkürlich abzuändernden Charakter annehmen. An dem Hammer selbst befindet sich eine mit Platin belegte Messingscheibe, deren Rand mit Löchern versehen ist. Dreht man durch eine eingesteckte Nadel diese Scheibe ein wenig, so kommt eine andere Berührungsstelle unter den Platinstift. Man hat diess vorzunehmen, sobald nach langem Gebrauch das Platinscheibchen sehr oxydirt ist.

Zur Ableitung des Stromes zu dem betreffenden Körpertheile dienen vier Schraubenständer. Die mit *P* bezeichneten führen zu der inneren Spirale und geben den primären, die mit *S* bezeichneten sind mit der äusseren Spirale verbunden und geben den secundären Strom. Die Mittel, beide Ströme willkürlich stark oder schwach hervorbringen zu können, sind folgende:

1) Auf die Stärke beider Ströme wirkt die grössere oder geringere Stärke des Batteriestromes, den man, wie oben erwähnt, durch die Stellung des Glases in der Gewalt hat. Ferner können durch starken Druck des Hammers gegen den Platinstift die Schläge kräftiger hervorgebracht werden.

2) Den primären Strom kann man ferner dadurch dämpfen, dass man die Schraubenständer des secundären Stromes durch den beigegebenen Drahtbügel verbindet und die Spirale mit dem Stäbchen hebt.

3) Der secundäre Strom wird durch dieselbe Verschiebung sehr vollkommen regulirt, bei der tiefsten Stellung der Spirale ist der Strom am schwächsten, bei der höchsten am stärksten, wobei bemerkt wird, dass die Scala natürlich nur ein relatives Maass angeben kann, weil die Stärke des Stromes, wie oben erwähnt, von mehren Factoren gleichzeitig abhängt. Der Drahtbügel wird bei Anwendung dieses Stromes entfernt und statt dessen sind die Leitungsschnuren einzuschrauben.

2. Grosser transportabler Inductions-Apparat.

Abbildung in 1/5 Grösse.

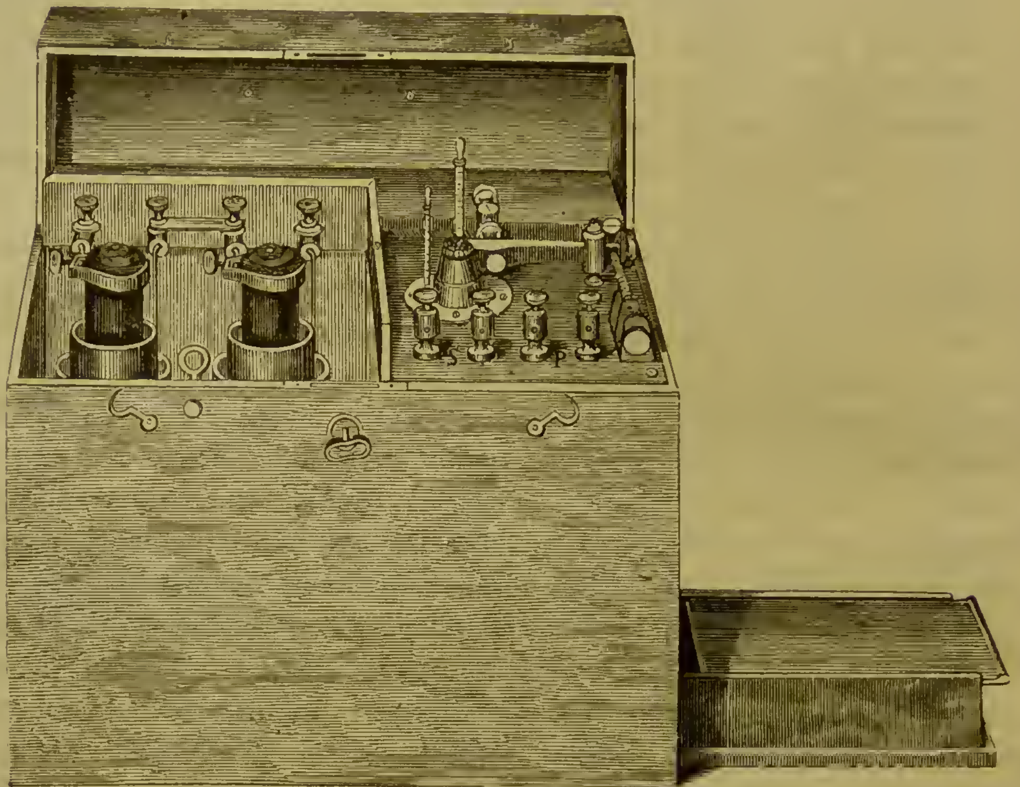


Fig. 3.

A. Die Batterie desselben besteht aus zwei Elementen, welche ganz dieselbe Einrichtung haben wie bei Nr. 1. Man kann mit Hilfe der beigegebenen grösseren Klammern beide Elemente in ein einziges von doppelter Oberfläche verwandeln, wenn man Kohle mit Kohle und Zink mit Zink verbindet. Die kleinere Klammer verbindet die Kohle des einen mit dem Zink des anderen Elementes, wenn man zwei Elemente herstellen will. Endlich kann man nur eins der Elemente benutzen, wenn man durch Einsetzen einer langen Klammer das andere ausschliesst. Die Klammern werden unter die oberen kleinen Druckschrauben der Halter geschoben, wobei vorausgesetzt wird, dass die unteren grösseren Schrauben, welche die starken Kupferdrähte einklemmen, fest angezogen sind. Der Gang der Leitung erklärt sich dadurch, dass die erste Kohle und das letzte Zink für immer mit den Drähten des Apparates in Verbindung stehen.

B. Der Hammer hat hier eine vollkommenere Einrichtung als bei Nr. 1. Derselbe besteht aus einem Balancier von Eisen, dessen Gegen-

druck durch eine Spiralfeder regulirt wird. Diese Einrichtung gewährt den Vortheil eines ruhigen und sicheren Ganges und giebt den Inductionsströmen grössere Gleichmässigkeit. Der Platinstift mit seiner Stellschraube sitzt hier im Hammer selbst, hingegen ist die Platinscheibe drehbar an einer Feder befestigt, deren Wirkung durch eine dahinterstehende Schraube aufgehoben werden kann. Im letzteren Falle wird der Hammer beim Rückgang auf eine feste Unterlage treffen; gestattet man hingegen durch Zurückstellen der Schraube der Feder einigen Spielraum, so giebt sie beim Rückgang des Hammers nach und verändert dadurch das Spiel desselben. Die Schlagweite des Hammers kann man entweder durch die Schraube mit Platinspitze oder durch Verstellung der hinter der Platinscheibe liegenden Stellschraube willkürlich abändern. Starke Spannung der Spiralfeder verlangt wie bei Nr. 1 kurze Schlagweite des Hammers. Ganz langsames Tempo des Hammers erhält man, wenn man der Platinscheibe-Feder einen geringen Spielraum giebt und die Spiral-Feder anspannt. Das schnellste Tempo wird erzeugt bei feststehender Platinscheibe und schwacher Spannung der Spiralfeder.

Der secundäre Strom wird in derselben Weise graduirt wie bei Nr. 1, d. h. durch Verschiebung des Holzstäbchens mit Scala. Für den primären Strom ist hingegen ein besonderer, an einem graduirten Messingstäbchen verschiebbarer Dämpfer angebracht. Zieht man dieses Stäbchen bis auf 0 heraus, so ist der Strom fast gänzlich aufgehoben, welche Abschwächung noch gesteigert wird, wenn man auch noch die secundäre Spirale durch den Drahtbügel schliesst und in die Höhe zieht.

3. Ausserdem verfertigt Dr. Stöhrer auch noch Inductionsapparate derselben Construction in sehr kleinen Verhältnissen, bei denen sich das galvanische Element in einer mit Kautschukkappe hermetisch verschliessbaren Büchse von Hartkautschuk befindet.

Dieselben ersetzen vollständig die sogenannten Taschenapparate.

In $^1/_6$ Grösse.

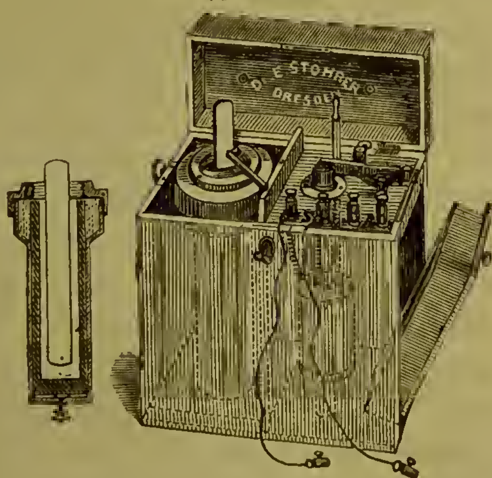


Fig. 4.

4. Doppel-Apparat für Inductions- und constanten Strom.

In $^1/_6$ Grösse.

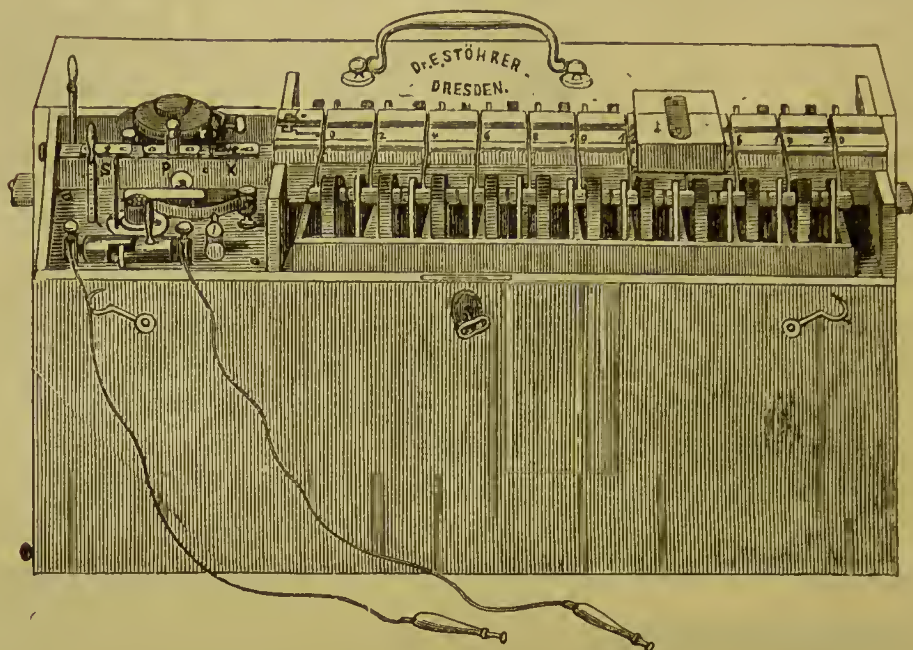


Fig. 5.

Die Doppel-Apparate vereinigen einen Inductions-Apparat und eine Batterie für constanten Strom in einem verschliessbaren, leicht transportablen Kasten von Mahagony.

Diese verhältnissmässig sehr kleinen und leichten Apparate sind für den Transport ausser dem Hause bestimmt, können von einer Person bequem getragen oder zu Wagen mitgenommen werden.

Die Construction derselben ist im Wesentlichen dieselbe wie die der transportablen Platten-Batterie. Die Elemente sind aus Kohlen- und Zinkplatten von 12 Ctm. Höhe und entsprechender Breite zusammengesetzt, welche an messingenen Haltern befestigt, in die Einschnitte des hölzernen Elemententrägers eingehängt sind. Auf dem Elemententräger verschiebbar befindet sich der Schlussschieber. An der untern Seite des Schlussschiebers sind zwei metallene federnde Schienen angebracht, welche in eine Rinne des Elemententrägers hineinragen und die vorspringenden Halter der Elemente metallisch berühren. Diese Metallschienen sind so lang, dass beim Verschieben des Schlittens das nächste Paar der Elementenhalter schon berührt wird, bevor die vorhergehenden ausser Contact treten. Es erfolgt demnach beim Gebrauch des Schlussschiebers keine Trennung der Kette. Der Stromwender (Commutator), dessen Ständer zur Aufnahme der Leitungs-

schnüre dienen, besteht aus einer drehbaren Walze von Metall, welche durch einen Kern von Ebenholz in zwei einander überragende Theile getrennt ist. Letztere werden von zwei Federn berührt. Mittels eines Heftchens lässt sich die Walze drehen. Stellt man das Heftchen senkrecht, so treffen die Federn auf das isolirende Ebenholz, wodurch der Strom unterbrochen wird. Die hintere Feder des Commutators steht mit einer Kohle der hinteren Elementenreihe in Verbindung und ist daher mit + (positiv) bezeichnet; die vordere Feder steht ebenso mit einem Zink der vorderen Reihe im Contact und ist mit — (negativ) bezeichnet. An der Stellung der Metallwalze und deren Fortsätzen erkennt man daher sofort, welcher Pol der Batterie den ableitenden Ständern zukommt.

Der Elemententräger, welcher sich vom Kasten abheben lässt, ist mit Ziffern bezeichnet, welche von links nach rechts fortschreiten; man hat den Schlitten mitten auf den Einschnitt der beabsichtigten Elementenzahl einzustellen, wie auf der Abbildung ersichtlich, wo 14 Elemente eingeschaltet sind. Es ist dies wohl zu beachten, weil durch Einstellung des Schlittens mitten zwischen zwei Elemente diese in sich geschlossen werden, wodurch starke Zersetzung, Gasentwicklung und übler Geruch entsteht. Die beschriebene Einrichtung steigert oder vermindert die Zahl der Elemente jedesmal um zwei; auf besondere Bestellung wird durch eine andere Stellung der Metallschienen, welche in die Rinne des Elemententrägers hineinragen, die Steigerung oder Verminderung um ein Element hervorgebracht. Die ungerade, zwischen den Ziffern der Scala nicht besonders bezeichnete Elementenzahl stellt man ein, indem man den Schieber mitten über den Zwischenraum schiebt. Kohle und Zink der beiden Reihen der Elemente sind auf der linken mit 0 bezeichneten Seite der Batterie an einem doppelten Elemententräger befestigt, wodurch beide Reihen in Verbindung treten; auf der rechten Seite bleibt die Batterie offen.

Die Säurebehälter dieser Batterieen bestehen aus Zellenkästen von Hartkautschuk, welche sich heben und in der höchsten Stellung durch Horizontalstellung zweier Halter von Ebenholz befestigen lassen. Da die Zellen nur bis auf halbe Höhe gefüllt werden, so ist ein Verschütten der Säure nur sehr schwer möglich; sollte dies indessen dennoch geschehen sein, so öffnet man durch Herausziehen eines kleinen Stöpsels von Kautschuk die linke Seite des Kastens und lässt durch langsames Neigen die Säure ausfliessen, bis man Gelegenheit hat, den Kasten zu reinigen.

Handhabung und Füllung. Beim Empfang der Batterie findet man die Plattenpaare ausgehoben, die Kohlen sind von den Trägern abgenommen und in den Zellenkästen verpackt. Nach vorsichtigem Auspacken sind die Kohlen an den Haltern so anzuschrauben, dass sie mit den Zinkplatten parallel, oder am unteren Ende etwas weiter abstehen als oben, damit sie nicht an den Zellenwänden anstossen. Nachdem zuerst die Zellenkästen eingesetzt und gehoben sind, werden die Plattenpaare in die Einschnitte des Trägers eingehängt, wobei mit dem Doppelträger der linken Seite der Anfang gemacht wird. Man hat darauf zu achten, dass die Plattenpaare senkrecht hängen und beim Heben der Zellenkästen nicht an den Wänden schleifen, welchen Zweck man durch Verwechseln derselben leicht erreichen kann.

Zur Füllung der Zellen dient verdünnte Schwefelsäure, in welcher vorher schwefelsaures Quecksilberoxyd *(Hydrargyrum sulph. neutr.)* unter Umrühren aufgelöst wird. Für 20 Zellen genügt 1 Liter Wasser, in welches ebenfalls unter Umrühren $^1/_{15}$ Liter englische oder chemisch reine Schwefelsäure sehr langsam gegossen wird. Hierauf sind in dieser Mischung 40 Gramm Quecksilberoxyd aufzulösen.

Beim Eingiessen in die Zellen sind dieselben zu heben und gleichmässig so zu füllen, dass oben ein Raum von 10—12 Millimeter frei bleibt. Sollte sich nach einiger Zeit an einer Kohlenplatte aufsteigender Schaum zeigen, der üblen Geruch wahrnehmen lässt, so ist dieselbe durch eine andere zu ersetzen. Da die ersten Zellen der Batterie am häufigsten gebraucht werden, so ist es rathsam, diese durch Nachschütten kleiner Portionen (2—3 Gramm) Quecksilberoxyd auf gleicher Stromstärke zu erhalten.

Eine andere Füllung, welche zwar einen etwas schwächern, aber sehr constanten Strom giebt und völlig geruchlos arbeitet, ist folgende:

Für 20 Zellen löse man in $^1/_3$ Liter gewöhnlicher Salzsäure so viel Zink auf, bis keine Gasentwickelung mehr erfolgt. Nach dem Filtriren oder der Abklärung dieser Lösung verdünnt man dieselbe mit $^2/_3$ Liter Wasser, giesst in diese Mischung 5 Tropfen Schwefelsäure und schüttet unter Umrühren 30 Gramm Quecksilberoxyd hinzu. Im Uebrigen verfährt man wie bei der ersten Füllung.

Die angegebenen Maasse sind zur Füllung von 20 Zellen gerade ausreichend, es ist jedoch wegen der Nachfüllung rathsam, das doppelte Quantum zu bereiten.

Unter gewöhnlichen Umständen bei täglichem Gebrauch hat man an der Batterie mehrere Monate lang nichts zu thun als oben erwähntes Nachschütten von Quecksilberoxyd in die ersten Zellen vor-

zunehmen und die verdunstete Flüssigkeit durch Nachgiessen von Säuremischung oder wenigstens Wasser zu ersetzen. Wenn man die Flüssigkeit in den Zellen ganz oder zum Theil eintrocknen lässt, wird der ganze Apparat durch die Bildung von Krystallen stark beschädigt.

Sobald der Strom sich durch Nachfüllung nicht mehr erhöhen lässt und die Platten und Wände der Zellen mit starkem Salzüberzug bedeckt sind, muss Reinigung und Neufüllung vorgenommen werden.

Man hebt die Elemente vom Träger ab, wozu der beiliegende Haken dienen kann. Wenn sich auch an den Haltern Oxyd zeigt, nimmt man die Platten ab. Erstere sind namentlich an den Berührungsstellen der Platten und der Schienen des Schlussschiebers gut zu reinigen. Die Kohlen werden in ein möglichst grosses Gefäss mit lauwarmem, nicht heissem Wasser 10—12 Stunden gelegt, öfters bewegt und das Wasser mindestens zweimal erneuert. Nach dem Herausnehmen müssen die Kohlen gut ausgetrocknet und dürfen nie nass angeschraubt werden. Diejenigen Zinkplatten, welche über $^1/_4$ ihrer Länge verloren haben, sind durch neue zu ersetzen. Die noch brauchbaren sind zunächst in warmem Wasser vom Zinksalze zu befreien und falls sie ein braunes oder geschwärztes Ansehen haben, neu zu amalgamiren. Man legt dieselben in 8fach verdünnte Schwefelsäure, bis sie ein graues Ansehen haben. Dann giesst man in einen Teller etwas Quecksilber, legt die Platten einzeln hinein und vertheilt das Quecksilber mit einer weichen Zahnbürste, bis die Platten ein blankes Ansehen haben. Anstatt des metallischen Quecksilbers kann man auch das Quecksilberoxyd in die Säure schütten, wodurch das Amalgamiren noch leichter zu erreichen ist. Alles überschüssige Quecksilber wird von den Platten entfernt, dann sind dieselben in Wasser abzuspülen und zu trocknen, bis alles Quecksilber eingezogen ist.

Der hölzerne Elemententräger ist abzuheben und durch Abwischen oder Bürsten ebenfalls von etwa ansitzenden Salztheilen zu reinigen.

Die verbrauchte Säure schüttet man vorsichtig aus den Zellenkästen, da am Boden der Zellen sich oft metallisches Quecksilber absetzt, welches man zum Amalgamiren verwenden kann. Die Kästen sind in kaltes Wasser zu stellen, bis alles Salz aufgelöst ist. Warmes oder gar heisses Wasser darf hierzu nicht benutzt werden, weil dieses den Kautschuk erweicht und die Wände krümmt.

Da sowohl Kohle als Zink bei Befolgung obiger Regeln ihre Wirksamkeit für immer behalten, so kann ein Ausbleiben des Stromes nur durch eine Unterbrechung der Leitung entstehen. Stellen, welche hierzu Veranlassung geben können und in diesem Falle geprüft werden

müssen, sind folgende: 1) zu trockene Stromgeber; 2) Beschädigung der Leitungsschnüre an den Anknüpfungspunkten oder im Innern; 3) Oxydation an den Reibungsstellen der Walze des Commutators; 4) desgleichen an den schleifenden Federn des Schlussschiebers und den vorspringenden Haltern der Elemente; 5) mangelhafte Berührung der Kohlen- und Zinkplatten an der Befestigungsstelle. Am schnellsten gelangt man in solchem Falle zum Ziele, wenn man, mit Hülfe des Galvanoskopes, durch Anhalten zweier langer Leitungsdrähte sowohl die Wirkung der einzelnen Elemente als auch das Fortschreiten des Stromes durch alle Theile der Leitung beobachtet.

Der **Inductionsapparat** befindet sich in der kleinen Abtheilung des Kastens. Ein besonderes Element aus Kohle-Zink in Cylinderform mit Hebevorrichtung dient zur Erregung desselben. Das Innere der Kohle mit Sand gefüllt, dient zur Aufnahme einer Chromsäurelösung in Wasser bis zu dunkler Rothweinfarbe. Das Glas wird mit verdünnter Schwefelsäure und 3—4 Gramm Quecksilberoxyd bis zu entsprechender Höhe gefüllt, so dass der Cylinder beim tiefsten Stande des Glases ausserhalb der Säure steht. Der Unterbrecher ist in seinen Theilen hinreichend bekannt; es wird besonders auf die Reinhaltung der platinirten Unterbrechungsstellen, auf die Regulirung der Schlagweite durch die an der Hinterwand befindliche Stellschraube mit Platinspitze, und auf die grössere oder geringere Anspannung der Messingdruckfeder bei starkem oder schwachem Batteriestrom aufmerksam gemacht. Der secundäre Strom wird durch Verschiebung des hölzernen, der primäre durch Verschiebung des messingenen eingetheilten Stäbchens regulirt.

Die Leitungsschnüre werden in die Klemmschrauben des vor dem Inductor angebrachten Commutators befestigt, welcher den Strom unterbricht, wenn das Messingheft senkrecht steht. Wird das Heft nach vorn gedreht, so ist der positive Pol (Kohle) an der linken Seite, bei Drehung des Heftes nach hinten, an der rechten Seite des Commutators abzuleiten.

Die Verbindung eines der drei Ströme mit dem Commutator und durch diesen mit den Leitungsschnüren tritt erst ein, sobald der beigegebene Metallstöpsel, welcher vor dem Schliessen des Kastens abgenommen werden muss, in eine der mit S. (secundärer Inductionsstrom), P. (primärer Inductionsstrom), C. (constanter Strom) bezeichneten Klemmen gesteckt wird.

Da man durch die Regulirungsvorrichtungen alle drei Ströme von nahezu gleicher physiologischer Wirkung herstellen kann, so ge-

stattet der beschriebene Stöpselumschalter in Verbindung mit dem Commutator einen schnell aufeinanderfolgenden Eintritt des constanten und Inductionsstromes mit beliebiger Richtung ohne Abhebung der Stromgeber.

Hülfsapparate, welche auch beim Gebrauch der Handbatterieen zur Anwendung kommen können:

Der **Rheostat**, nach Dr. RUNGE's Angabe von STÖHRER construirt, macht den von BRENNER empfohlenen theuren Stöpselrheostaten vollständig entbehrlich. Der Rheostat besteht aus einem aufrechtstehenden, 30 Centimeter langen, 3—4 Millimeter weiten Glasrohr, an dessen mit Metallfassung versehenem Boden eine kleine Kugel von Zink hervorragt. Um das Glasrohr im Innern reinigen zu können, ist der Boden desselben mit dem Zinkeinsatz zum Abschrauben eingerichtet. Durch das obere, offne Ende geht ein beweglicher, gut isolirter Zinkdraht, unten ebenfalls in eine kleine Kugel von Zink endigend. Zur Seite des Rohres ist eine Scala mit Schieber angebracht. Der mit Index versehene Schieber ist mit einem oben umgebogenen Metalldrahte, dessen Ende eine Klemmschraube tragend sich über der Oeffnung des Glasrohres befindet, in Verbindung gebracht. Die Klemmschraube dient zur Aufnahme des Zinkdrahtes, welcher den Bewegungen des Schiebers der Scala genau nachfolgt. Der Apparat ist mit Stativ versehen, auf dessen Fuss sich zwei Klemmschrauben zur Einschaltung der Leitung und eine Ausschaltungsvorrichtung befinden.

Man füllt das Glasrohr mit gesättigter Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd in Wasser, wodurch der nöthige Widerstand erzeugt und alle Polarisation vermieden wird. Die Abdämpfung des Stromes durch den Rheostaten geschieht, indem man denselben in die zum Patienten führende Leitung einschaltet. Schliesslich hat man darauf zu achten, dass beim tiefsten Stande der oberen Zinkkugel sich noch ein ganz geringer Zwischenraum zwischen beiden Kugeln befindet. Die Anwendung einer Abdämpfung durch eine Nebenschliessung, in welcher der Rheostat eingeschaltet wird, kann hierbei nicht stattfinden.

Das **Galvanoskop** wird wie der Rheostat in die Hauptleitung eingeschaltet und dient nur zur Abschätzung der Stromstärke, welcher der betreffende Körpertheil ausgesetzt ist. Eine Verbindung desselben direct mit der Batterie darf man nicht herstellen, weil hierdurch der Magnetismus der Nadel zerstört wird; höchstens kann man die Stromstärke eines einzelnen Elementes damit prüfen.

Auf der Decke des Galvanoskopes befindet sich ein Knopf, welcher dazu dient, ein über der Magnetnadel angebrachtes Magnetstäbchen

zu drehen, oder zu heben und zu senken. Die horizontale Drehung dient dazu, den Zeiger auf den Nullpunkt der Scala einzustellen, die Senkung des Knopfes macht die Nadel etwas weniger empfindlich, das Gegentheil findet bei Hebung des Knopfes statt.

Alle diese Apparate habe ich in meiner Wohnung seit vielen Jahren zu einem stationären Zimmerapparat in einem Schranke vereinigt, auf welchem verschiedene Hülfsapparate, wie Umschalter, Stromwähler u. s. w., so wie es mir in langjähriger Praxis zweckmässig erschienen ist, angebracht sind.

Aehnliche Apparate nach der Angabe von Brenner werden von Krüger und Hirschmann in Berlin geliefert und hat auch Stöhrer neuerdings einen solchen Apparatencomplex construirt, dessen Beschreibung hier folgt.

5. Grosser, combinirter elektrotherapeutischer Apparat

für Specialisten und Heilanstalten.

Der Apparat ist, wie die Abbildung zeigt, tischförmig gebaut. Im unteren, durch eine Klappe verschliessbaren Theile befindet sich die constante Batterie und die kleinere aus zwei Elementen bestehende Batterie für den Betrieb des Inductionsapparates. Die Oberfläche des Tisches ist mit einem Aufsatz versehen, welcher sich durch einen zusammenlegbaren Deckel verschliessen lässt. In diesem oberen Theile des Apparates befinden sich möglichst bequem angeordnet:

1) der Schlussschieber für die constante Batterie mit Steigerung und Verminderung um ein Element, 2) der Inductionsapparat, 3) ein Rheostat, 4) ein Galvanoskop, 5) die Hebungsvorrichtung für die Batterie des Inductionsapparates, 6) ein Umschalter für den constanten, primären und secundären Inductionsstrom, 7) ein Stromwender, 8) eine Koppelvorrichtung für Elektrolyse.

1. Die **constante Batterie**, aus 40 Plattenelementen bestehend, gleicht im Wesentlichen der oben beschriebenen Plattenkette. Die Hebung der Gläser wird jedoch hier durch Schraubenvorrichtung allmählich bewirkt, so dass man die Platten mehr oder weniger tief eintauchen und demnach hierdurch schon den Strom reguliren kann. Die Batterie ist in zwei Hälften zu je 20 Elementen mit dieser Hebevorrichtung versehen, so dass die zweite Hälfte erst in Thätigkeit gesetzt wird, wenn mehr als 20 Elemente wirken sollen. Die Schrauben sind auf beiden Seiten des Untertheiles durch Aufstecken einer Kurbel

von aussen zugänglich gemacht. Die Anordnung der Plattenpaare, sowie die Einrichtung des Schlussschiebers in dem Batteriegestelle selbst gleichen genau denen der oben beschriebenen Batterie.

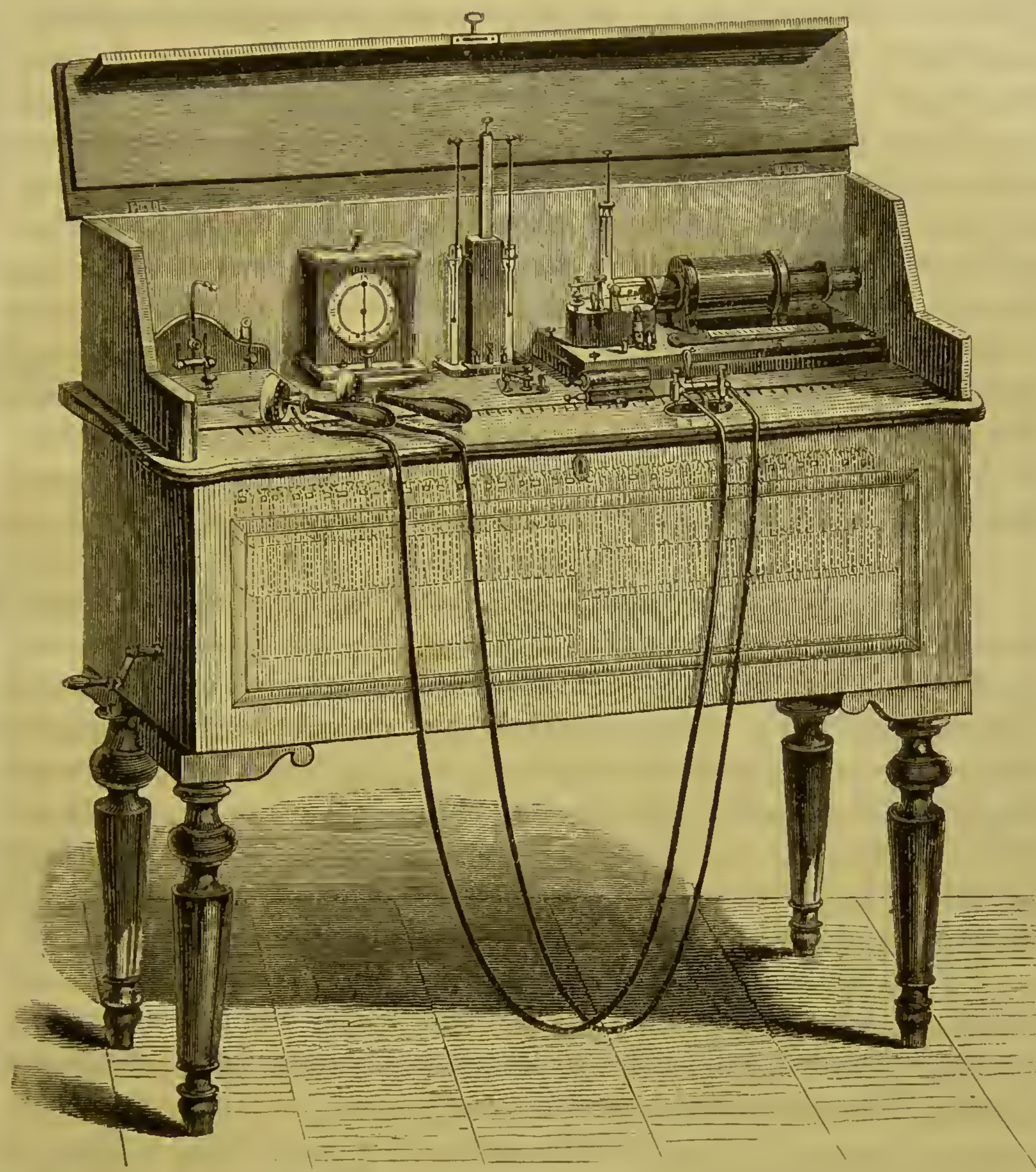


Fig. 6.

Damit der Schlussschieber von aussen bewegt werden kann, ist die Decke mit einem Schlitz versehen, in welchen ein zweiter Schieber passt. Derselbe hat zwei in den inneren Schieber passende starke Metallstifte, welche zugleich die Leitung zu den an dem linken Ende des oberen Schiebers befindlichen zwei Schraubenklemmen vermitteln. Letztere werden bei gewöhnlichem Gebrauch durch eine Klammer in leitende Verbindung gesetzt. Der obere Schieber ist mit Zeiger versehen, welcher auf die Theilung von 0 bis 40 eingestellt werden kann.

Die den Batterieraum öffnende Klappe kann in horizontaler Stellung durch zwei einzuschraubende Stützen sicher befestigt werden, so dass man nach Abnehmen des oberen Schiebers und der Kurbel die Batterie herausziehen kann, um dieselbe etwa anderweit zu verwenden, zu reinigen, zu füllen oder sonst zu untersuchen. Ausserdem befindet sich an der rechten Seite des Batterieraumes nahe der Hinterwand eine kleine Thür, welche in einen zweitheiligen Raum führt. Der untere geschlossene Theil dient zur Aufnahme von Nebenapparaten, der obere Theil führt in einen kurzen, oben offenen Raum, in welchen ein flacher mit Bleifolie gefütterter Kasten geschoben werden kann. Letzterer dient zur Aufnahme von halbgelöschtem Kalk oder sonstigen Desinfectionsmitteln, für Aufnahme der Säure und Wasserdämpfe. Auf Verlangen wird ausserdem noch eine Rohrmündung angebracht, welche nach einem Schornstein oder in freie Luft verlängert werden kann. Bei Anwendung folgender Füllungen wird die Entwicklung von Säuredämpfen und Gasen eine fast ganz unmerkliche sein.

Füllung a.

Man bereitet 15—20fach verdünnte (englische) Schwefelsäure, von welcher Flüssigkeit man für 40 Elemente $4^1/_2$ bis 5 Liter gebraucht. Für 1 Liter sind 40 Gramm schwefelsaures neutrales Quecksilberoxyd (Hydrargyrum sulph. neutr.) einzuschütten und unter Umrühren aufzulösen. Wenn das Quecksilberoxyd die richtige Beschaffenheit besitzt, muss sich die angegebene Menge ohne gelbe Färbung und ohne Rückstand auflösen. Es ist hierauf sehr wohl zu achten, da im Gegenfalle der elektrische Strom keine constante Wirkung zeigt, auch bei längerem Schluss desselben Gasentwicklung entsteht.

Da die ersten Elemente der Batterie am häufigsten gebraucht werden, so schüttet man in diese öfters kleine Mengen von 2—4 Gramm Quecksilberoxyd nach, wodurch alle Elemente auf 4—6 Monate in guter Wirkung erhalten werden können.

Füllung b.

Man bereitet eine vollständig gesättigte Auflösung von Zink in Salzsäure. Nachdem dieselbe geklärt oder filtrirt ist, wird die Lösung mit dem doppelten Raumtheile Wasser verdünnt. Für je 1 Liter dieser Verdünnung werden 30 Gramm Quecksilberoxyd eingeschüttet. Die vollständige Lösung des letzteren erreicht man unter Umrühren durch Zugiessen von etwa 5 Tropfen concentrirter Schwefelsäure auf je 1 Liter. Diese Füllung wirkt zwar etwas schwächer als die erstere, ist aber vollständig geruchlos. Man kann auch eine concentrirte Lösung von Chlorzink in Wasser bereiten, wobei der Zusatz von einigen

Tropfen Schwefelsäure gleich im Anfang geschehen muss. Diese Lösung ist ebenfalls mit dem doppelten Volum Wasser zu verdünnen und die angegebene Menge Quecksilberoxyd zuletzt zuzusetzen.

Um die Batterie in gutem Zustande zu erhalten, ist es nöthig, die verdunstete Flüssigkeit in allen Zellen wenigstens durch Nachgiessen von Wasser zu ersetzen. Die schleifenden Federn des innern Schlussschiebers, welcher sich nach der rechten Seite hin herausziehen lässt, sollen durch Aufstreichen von etwas feinem Baumöl im schlüpfrigen Zustande erhalten werden, die Berührungsstellen an den umgebogenen Elemententrägern sind zuweilen ebenfalls mit einem schwach gefetteten Läppchen zu überstreichen. Für Anwendung der Batterie zur Elektrolyse ist eine Koppelvorrichtung angebracht, welche die beiden Reihen der Elemente in einer Reihe nebeneinander verbindet, so dass die chemisch zersetzende Kraft einer Säule von 20 doppeltgrossen Elementen Oberfläche gleich kommt. Für diesen Fall ist die Verbindungsklammer am obern Schlussschieber zu entfernen und in jede der beiden Schraubenklemmen, welche mit + und — gezeichnet sind, eine der beigegebenen Schnuren einzusetzen. An der linken Seitenwand des Tisches sind ebenfalls 2 Schraubenklemmen mit denselben Zeichen angebracht. Man hat die gleichen Zeichen durch die Schnure zu verbinden, um die richtige Anordnung der beiden Reihen herzustellen, doch darf der Schlussschieber blos in geraden Zahlen 2, 4, 6, 8 etc. verschoben werden, weil beide Reihen gleiche Elementenzahl behalten müssen.

2. Der **Inductionsapparat** ist auf der rechten Seite des Tisches angebracht. Der Elektromagnet desselben mit der primären Spirale ist in horizontaler Lage mit im Innern hölzerner Verlängerung angebracht. Auf demselben lässt sich ein Metallcylinder zur Dämpfung des primären Stromes nach einer Scala verschieben, da jedoch diese Vorrichtung nie den Strom bis zum äussersten Grade abschwächt, so ist hinter dem Unterbrecher noch ein stehendes Glasrohr mit verschiebbarem Metalldrahte angebracht, welches mit Wasser gefüllt beim Herausziehen des Drahtes den Strom noch weiter vermindert. Das Glasrohr lässt sich abschrauben, der Deckel desselben ist durch einen Kupferdraht mit einer neben dem Fusse stehenden Schraube verbunden und kann behufs der Füllung und Reinigung ebenfalls abgeschraubt werden.

Die secundäre Spirale ist horizontal ebenfalls nach Scala zu verschieben, wodurch bekanntlich die vollkommenste Graduirung hervorgebracht wird. Die Ableitung des Stromes derselben geschieht durch

zwei am Schlitten vorspringende Metallfedern, welche an den Metallschienen der Führung schleifen. Letztere sind mit deren innern Leitung in Verbindung gesetzt.

Der Unterbrecher besteht aus einem horizontal angebrachten starken Hebel B B von Eisen, welcher an seinem linken Ende die Stellschraube mit Platinspitze D trägt. Das andere Ende steht über dem Pole des Elektromagnetes A in durch die Platinschraube verstellbarer Entfernung. Der Hebel wird durch eine mit Stellschraube H versehene Spiralfeder L auf die Seite der Platinscheibe niedergezogen. Im Ruhestande drückt demnach die Platinspitze auf eine unter derselben auf drehbarer Scheibe befindliche Platinscheibe E, welche Vorrichtung dazu dient, die oxydirte Stelle unter der Spitze durch eine reine Fläche zu ersetzen. Die erwähnte Platinscheibe ist

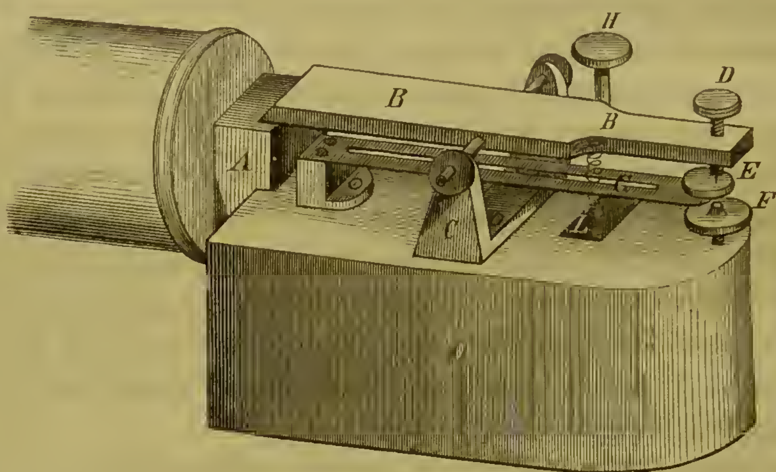


Fig. 7.

auf einer horizontal unter dem Hebel angebrachten Feder von Neusilber G befestigt, unter deren vorderem Ende sich eine senkrechte Stellschraube F befindet, durch deren Tieferstellung man die Feder zum Mitschwingen bringen kann. Diese Vorrichtung hat den Zweck, die Schwingungen des Hebels während des Ganges von 5—6 Schwingungen in der Secunde bis zur höchsten Zahl zu verändern. In der normalen Stellung wird die Feder in horizontaler Lage von der besagten Schraube so unterstützt, dass sie nicht mitschwingen kann, hebt man die Schraube noch mehr, so wird die Schlagweite des Hebels noch kleiner, die Schwingung noch schneller, bis endlich der Magnet den Hebel festhält. Bei langsamer Tieferstellung fängt endlich die Feder an mitzuschwingen und verlangsamt die Schwingung, bis endlich wieder Stillstand eintritt. Factoren, welche auf diese Bewegungen wirken, sind die Stärke des Batteriestromes und die Spannung der

Zugfeder des Hebels. Bei schwächerem Strom oder Gebrauch nur eines Elementes ist die Feder des Hebels etwas nachzulassen, bei starkem Batteriestrom nach frischer Füllung etwas anzuspannen. Falls man von erwähnten Modificationen keine Anwendung machen will, bleibt die erwähnte Stellschraube in der Stellung, wo sie die Neusilberfeder unterstützte, dient jedoch immer bequem zur Vermehrung oder Verminderung der Schlagweite des Hebels bei schwächerem oder stärkerem Batteriestrom.

Um einzelne Erschütterungen in beliebigem Tempo hervorzubringen oder die Thätigkeit des Unterbrechers sofort aufzuheben, ist vor dem letzteren ein kleines mit Elfenbeingriff versehenes Hebelwerk angebracht. Sobald der Hebel in senkrechte Lage gestellt wird, tritt der Batteriestrom in den Inductor, der Unterbrecher kommt in Gang. Wenn der Hebel ohne zu starken Druck links umgelegt wird, ist der Strom unterbrochen. Drückt man hingegen den Hebel noch tiefer bis zur Berührung auf einen platinbelegten Knopf, so entstehen einzelne kräftige Erschütterungen durch den secundären Inductionsstrom. Um den Inductor in dauernd regelmässigem Gange zu erhalten, ist, abgesehen vom bewegenden Strom, der Unterbrecher als der wichtigste Theil mit Vorsicht zu handhaben. Die Platinspitze sowohl als auch die Berührungsstelle auf der Platinscheibe werden durch das Ueberspringen der Funken rauh und von auffallendem Staube geschwärzt; beides führt zu unregelmässigem Gang. Die Platinspitze kann leicht durch Abreiben mit feinem Schmirgelpapiere gereinigt werden, muss aber stets etwas Abrundung behalten. Die Platinscheibe kann auf gleiche Weise gereinigt oder etwas verdreht werden.

Behufs etwaiger Reparatur kann der Inductor durch Abschrauben von sechs Schraubenmuttern vom Fussbrette mit letzterem vom Tische abgehoben werden. Die Berührungsstellen der Muttern auf dem Kupferplättchen des Brettes dienen zugleich als Ableitung der beiden Inductionsströme nach den Verbindungen an den innern Tischdecken und als Zuleitung des bewegenden Batteriestromes, sind daher fest anzuziehen und reinlich zu halten.

3. **Die zum Betrieb des Inductionsapparates bestimmte Batterie** ist auf der linken Seite des Tisches zum Einsetzen in den Batterieraum angebracht und die betreffende Oeffnung durch einen Deckel verschliessbar, so dass blos die Hebevorrichtung sichtbar hervorragt. Die Batterie besteht aus Kohlen- und umgebenden Zinkcylindern in der oben (Seite 42) beschriebenen Construction. Die Träger der Elemente ragen über den Tisch vor und setzt man beide

Elemente in Verbindung, wenn die kleinere Metallklammer unter die Muttern der zwei mittleren Träger befestigt wird. Eine längere Metallklammer dient dazu, eins der Elemente auszuschliessen, wenn sie über demselben nach dem Träger des andern führend eingesetzt wird. Die Hebung der Gläser geschieht durch einen Zugstab mit horizontal angebrachtem Heft. Der Stab hat fünf Einschnitte, in welche bei der Hebung eine Sperrfeder fällt, so dass man nicht nöthig hat, den Stab durch die angebrachte Klemmschraube festzustellen. Dreht man den Stab nach rechts oder links, so tritt die Sperrfeder aus den Einschnitten und man kann die Gläser herablassen, was nach jedem Gebrauch geschehen muss. Wenn man die ganze Batterie herausnehmen will, so sind vorher zwei an den Metallträgern der Hinterwand vorstehende Muttern abzuschrauben, man zieht dann die Hinterwand des Gestelles von den Metallstiften, worauf es sich herausheben lässt. Die abnehmbaren Muttern vermitteln zugleich die Leitung durch die Metallschienen zum Inductor, sind daher fest anzuziehen.

Die Füllung der Batterie geschieht nach älterer Art durch Füllung der Gläser mit 8—10 fach verdünnter Schwefelsäure und zeitweiliges Eingiessen von Chromsäurelösung von dunkler Rothweinfarbe in das mit Flusssand gefüllte Innere der Kohlen. Eine constantere Wirkung jedoch erhält man, wenn man die bei der Beschreibung der Plattenbatterie angegebene Lösung von Quecksilberoxyd in verdünnter Schwefelsäure in die Gläser giesst, den Sand aus der Kohle entfernt und statt dessen trockenes Quecksilberoxyd einschüttet.

Es ist darauf zu achten, dass nach dem Niederlassen der Gläser die Zink- und Kohlencylinder ganz aus der Flüssigkeit getreten sind, da sonst der Inductor in Bewegung bleiben und der Strom sich bald abschwächen würde; ferner sind die Kupferplättchen der Träger, an welchen die Kohlencylinder angepresst werden, von Oxyd rein, auch die Zinkcylinder im gut amalgamirten Zustande zu erhalten.

4. Der vor der Mitte der Hinterwand angebrachte, nach dem Principe des Dr. Runge neu construirte **Rheostat** besteht aus einem Holzgestell, auf dessen Fuss zwei stehende Glasröhren abnehmbar befestigt sind. Die untere, behufs der Reinigung abnehmbare Fassung der Glasröhren trägt einen in das Innere ragenden Cylinder von Zink. Das obere Ende der Röhren endet in einer cylindrischen Erweiterung zum Eingiessen von concentrirter, schwefelsaurer Zinkoxydlösung in Wasser. Die Mitte des Stativs bildet eine hohle, länglich viereckige Säule, aus deren Innern sich ein mit Scala versehener Stab herausziehen lässt. Das obere Ende des Stabes trägt einen Querstab aus

Metall, welcher in Schraubenklemmen über den Röhrenöffnungen endigt. Letztere dienen als Träger zweier in das Innere der Röhren ragenden, mit isolirendem Ueberzug versehenen Zinkdrähte, welche unten in Kugeln von gleichem Metall enden. Wenn man den Schieber bis zum Nullpunkt niedergeschoben hat, so berühren die Zinkkugeln der Drähte die am Boden vorragenden Zinkstücken, bei Hebung der Scala in Millimetertheilung hat die eingeschaltete Flüssigkeitssäule von 4 Millimeter Durchmesser die doppelte Höhe der Hebungsscala.

Der Rheostat kann auch durch Abschrauben der Muttern, welche zugleich die Leitung vermitteln, aus dem Tisch gehoben werden und hat ausserdem noch einen Stöpselausschalter, um beliebig in Anwendung gebracht werden zu können.

5. Das **Galvanoskop** ist zwischen dem Rheostaten und der Batterie des Inductionsapparates durch Mutterschrauben, welche die Leitung ins Innere vermitteln, befestigt und ebenfalls mit Stöpselausschalter versehen. Dasselbe besteht aus vertical stehenden Magnetstäbchen mit horizontaler Axe, deren dünne cylindrische Zapfen sich auf schmalen Stahllagern walzend bewegen. An der Vorderseite ist vor dem Theilkreis der Zeiger aufgesteckt. Die Hinterseite des Kästchens lässt sich öffnen, um zu der Arretirungsvorrichtung zu gelangen, welche das durchbohrte Magnetstäbchen während des Transportes festhält. Ueber den ebenfalls senkrecht stehenden Spiralen befindet sich ein kleiner horizontal drehbarer Magnetstab, dessen Achse durch die Decke gehend in einem Knopf endet. Diese Vorrichtung hat den Zweck, den Zeiger auf den Nullpunkt des Theilkreises einzustellen, falls der Erdmagnetismus den Magnetstab aus der verticalen Lage gebracht hat, auch kann man durch Drehen des Knopfes die Nadel in Schwingung versetzen, wenn man sich von deren Empfindlichkeit überzeugen will. Das Galvanoskop zeigt je nach der Zahl der Elemente eine grössere oder geringere Ablenkung beim Aufsetzen der Stromgeber, kann jedoch nicht zu wirklicher Messung des Stromes dienen. Man hat darauf zu achten, dass der Batteriestrom nicht ohne Einschaltung des Körperwiderstandes durch das Galvanoskop geleitet wird. Dies geschieht schon, wenn man nasse Stromgeber zur gegenseitigen Berührung bringt. In diesem Fall kann der starke directe Strom sehr leicht den Magnetismus des Magnetstäbchens zerstören.

6. Auf der Mitte des Tisches befindet sich der **Umschalter,** welcher dazu dient, den constanten oder einen der beiden Inductionsströme in die Stromgeber zu leiten. Ein Hebelarm, welcher am hintern Ende drehbar befestigt ist, lässt sich mit dem vordern stumpfschneidig

geformten Ende abwechselnd in die federnden Gabeln von Metall, welche mit *K*, *S* und *P* (d. h. constanter, secundärer, primärer Strom) bezeichnet sind, einlegen, wodurch der beabsichtigte Strom in die Leitung geführt wird.

7. Der **Stromwender** ist vor dem Schlussschieber der Batterie auf der Mitte der rechten Hälfte des Tisches angebracht. Derselbe besteht aus einer drehbaren Walze, deren metallische Oberfläche in zwei einander in der Mitte gegenüberstehende Fortsätze, welche durch einen Kern von Ebenholz getrennt sind, ausläuft. Zwei senkrecht neben der Walze stehende Metallfedern sind im Innern mit den Polen der Batterie verbunden und bringen je nach der Stellung der Walze die eine oder die andere Hälfte mit denselben Polen in Verbindung. Auf der Walze selbst sind die Zeichen + und — angebracht, welche bei Horizontalstellung des Heftes der Walze neben die Axenständer, deren Obertheil mit Klemmschraube zur Befestigung der Leitungsschnüre versehen ist, zu stehen kommen. Es ist hierdurch sofort ersichtlich, welcher Pol der Batterie in die eine oder andere Leitungsschnur geführt wird.

Bei senkrechter Stellung des Heftes der Walze ist der Strom unterbrochen, weil in dieser Lage der Walze die Zuleitungsfedern auf den isolirenden Kern derselben treffen.

8. Der Gang der Leitung, deren Drahtführung an der Innenseite der Decke befestigt ist, führt von der ersten Zinkplatte der hintern Elementenreihe durch das Galvanoskop, den Rheostaten und den Umschalter nach der hintern mit *Z* bezeichneten Feder des Stromwenders. Die erste Kohlenplatte der vordern Elementenreihe ist direct mit der vorderen mit *K* bezeichneten Feder des Unterschalters in Verbindung gesetzt. Der innere Schlussschieber vereinigt die beiden Elementenreihen, sobald die beiden Schraubenklemmen des obern Schiebers durch die Drahtklammer verbunden sind. In ähnlicher Weise sind die beiden Inductionsströme, welche weder durch das Galvanoskop noch durch den Rheostaten führen, mit dem Umschalter und dem Stromwender in Verbindung gebracht.

6. Nebenapparate.

a. **Leitungsschnuren.** Die Leitungsvorrichtungen, welche die Elektroden mit dem elektrischen Apparate verbinden, werden am besten aus nicht steifen, gedrehten, etwa 1,5 Meter langen Schnuren von sehr feinem Kupferdraht gefertigt, mit Wolle oder Seide übersponnen und mit einem sehr feinen Gummischlauch (von Patentgummi) über-

zogen, um das Ueberspringen des Stromes von einer Schnur zur andern unmöglich zu machen. Die Stifte oder Schnurträger, welche an den Apparat und an die Elektroden geschraubt werden, müssen an die Leitungsschnuren fest gelöthet und mit Fäden umwickelt sein, damit an dieser Stelle keine Lockerung oder Stromunterbrechung eintritt. Zweckmässig ist es, den Ueberzug oder die Umwicklung der Leitungsschnuren verschiedenfarbig zu wählen, um beide jederzeit leicht unterscheiden zu können.

b. **Elektroden.** Die **Elektroden** oder **Stromgeber**, auch **Rheophoren**, **Conductoren** oder **Excitatoren** genannt, können sehr verschiedene Formen haben. Gewöhnlich bestehen dieselben aus einem leicht und bequem zu fassenden Holzgriff, in oder durch welchen ein kurzer, gerader, unbiegsamer Messingdraht geht, der auf der einen Seite mit dem Schnurträger der Leitungsschnur verbunden wird und auf der


Fig. 8.


Fig. 9.


Fig. 10.


Fig. 11.


Fig. 12.

andern Seite in eine Schraube ausläuft. An diese werden die sogenannten Contactflächen, die Knöpfe, Hülsen, Oliven, Platten, Pinsel u. s. w. angeschraubt. Sind diese Theile von Metall, so müssen sie gehörig rein polirt sein und habe ich einen Ueberzug von Platin oder Gold empfohlen. Sehr empfehlenswerth sind die keiner Oxydirung unterworfenen Knöpfe von in Formen gepresster Kohle, die von Stöhrer in jeder Grösse gefertigt werden. Zu Vermeidung zu starker Hautreizung sind die Knöpfe und Platten mit

einem Ueberzug von Waschleder, Flanell, Leinwand, Zündschwamm, Badeschwamm, Blase oder einem ähnlichen Stoff zu versehen, welcher Wasser leicht aufnimmt. Sehr zweckmässig ist eine an dem Handgriff der Elektrode angebrachte Unterbrechungsvorrichtung, welche durch einen Fingerdruck auf den Knopf oder Hebel (Fig. 8 u. 10) thätig wird. Mittels dieser Vorrichtung kann man in Fällen, in denen beide Hände durch die Application der Elektroden in Anspruch genommen sind, ohne Assistenten den Strom im metallischen Theil der Kette in jedem Augenblick unterbrechen, und z. B. eine Zuckung auslösen u. s. w. Auch die mit leicht verstellbaren Branchen versehene Doppelelektrode (Fig. 12) ist für manche Fälle sehr bequem.

Um die bei längerer stabiler Einwirkung starker galvanischer Ströme eintretende Polarisation, die sich bis zur Anätzung der


Fig. 13.


Fig. 14.
Kleine Elektrode zum Localisiren des Stromes auf einzelne Nervenzweige.


Fig. 15.
Pinsel aus weichen Metallfäden.


Fig. 16.
Ohrelektrode mit Elfenbeintrichter.

Haut steigern kann, vollständig zu vermeiden, hat Hitzig[1]) nach Dubois-Reymond's Vorgang unpolarisirbare Elektroden construirt. Dieselben bestehen aus einem in Hartkautschuk eingekitteten hohlen Zinkcylinder, der mit Zinkvitriollösung gefüllt wird und durch einen mit nasser Leinwand überzogenen Pfropf von Papiermaché geschlossen ist. Diese Elektroden sind für den jedesmaligen Gebrauch besonders zu präpariren.

[1]) Ueber die Anwend. unpolarisirb. Elektroden. Berl. klin. Wochenschr. 1867. Nr. 39.

Stöhrer hat unpolarisirbare Elektroden aus leicht gebranntem Thon hergestellt; dieser ist in einem mit Zinkvitriollösung gefüllten Glas eingekittet, in welches ein Zinkstab eintaucht (s. Fig. 11 S. 63). Auch diese Elektroden können mit einem Leinwandüberzug versehen werden.

III.

Einwirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper.

1. Leitungsverhältnisse des Organismus.

Wir wissen, dass der menschliche Körper vermöge seines Feuchtigkeitsgehaltes den elektrischen Strom leitet. Wenn daher der Körper in eine galvanische Kette eingeschaltet wird, so verbreitet und vertheilt sich der elektrische Strom durch den ganzen Organismus. Diese Vertheilung ist jedoch keine gleichmässige, da die Leitungsfähigkeit der einzelnen Gewebe des Körpers eine sehr verschiedene ist.

Schon ältere Beobachter hatten bemerkt, dass der Thierkörper die Elektricität weniger gut leite als Metalle und dass besonders die trockne Oberhaut, sowie die Nägel und Haare einen bedeutenden Leitungswiderstand besässen, aber erst Ed. Weber erklärte bestimmt, dass der thierische Organismus nur als ein von warmer salzhaltiger Flüssigkeit durchdrungener Körper anzusehen sei, der als solcher die Elektricität etwa zwanzigmal besser, als kaltes destillirtes Wasser leite.

Später suchte man nun die Leitungsfähigkeit der einzelnen Gewebe zu erforschen und es haben nach Matteucci und Schlesinger in neuerer Zeit besonders Eckhardt[1]), Friedleben[2]) und Ranke[3]) genaue Untersuchungen über den Leitungswiderstand der Gewebe angestellt.

Eckhardt gelangte zu dem Resultat, dass die Muskeln das am besten leitende Gewebe seien; diesen folgen die Sehnen, Knorpel, Nerven, Knochen und endlich die trocknen Horngebilde Epidermis,

---

[1]) Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Giessen 1855.

[2]) Ueber den Werth der Wasserbestimmung des Knochengewebes in physiol. und pathol. Hinsicht. Archiv der Heilkunde II. 1861.

[3]) Lebensbedingungen der Nerven. Leipzig 1868.

Nägel, Haare. Es zeigte sich die Leitungsfähigkeit der Gewebe vollkommen proportional ihrem Wassergehalt.

Ranke bestimmte den Wassergehalt der Gewebe etwas höher als Eckhardt, nämlich für die Muskeln 81,2—84,8%, für Nervensubstanz 77%, für Gehirnsubstanz 77,2% u. s. w. Hiernach würde auch der Leitungswiderstand der verschiedenen Gewebe nur geringe Verschiedenheiten zeigen, aber es wird doch durch Ranke's Untersuchungen die alte Ansicht widerlegt, dass die Nerven die besten Leiter des Stromes seien.

Bei der Bestimmung der Leitungsfähigkeit der Gewebe sind aber auch noch der Salzgehalt derselben, ihre Temperatur und ihre histologische Beschaffenheit zu berücksichtigen. Wie Erb zeigte, bietet das an und für sich schlecht leitende Knochengewebe durch die in ihm verlaufenden Gefässkanäle, ebenso auch die schlechtleitende Epidermis durch die Mündungen der Schweissdrüsen und Haarbälge hinreichende Stromwege dar.

Immer wird der elektrische Strom, wenn er mehrere Leiter trifft, sich in geradem Verhältniss zu ihrem Leitungsvermögen vertheilen und durch alle sich ihm darbietenden Wege Zweigströme senden, deren Dichte dem Leitungswiderstand jedes einzelnen Weges umgekehrt proportional sein muss.

Für die Praxis ist fest zu halten, dass die Haut der schlechteste, die Muskelsubstanz dagegen der beste Leiter sei, dass ferner das von salzhaltiger Flüssigkeit durchtränkte Bindegewebe gut leitet, während die in diesem eingebetteten Nerven nicht zu den besten Leitern gehören, wie man früher annahm, und endlich dass es (nach den oben über die Leitungsfähigkeit der Knochen gemachten Andeutungen) möglich ist, auch durch innere Theile und durch die Centralorgane des Nervensystems elektrische Ströme zu leiten.

2. Verschiedene Wirkung der Pole.

Bei der Einwirkung des elektrischen Stromes auf den Organismus ist aber ausser den Leitungsverhältnissen desselben noch ein Moment von hoher Bedeutung, das schon seit der Entdeckung des Galvanismus die Aufmerksamkeit der Forscher erregt hat, es ist dies die verschiedene Wirkung der beiden Pole.

Wenn der Körper in den Kreis einer galvanischen Kette eingeschaltet wird, so fliesst der sogenannte positive Strom, dessen Lauf

man gewöhnlich verfolgt, beständig in einer bestimmten Richtung und man nennt den Strom aufsteigend, wenn er von der Peripherie nach dem Centrum gerichtet ist, im andern Fall dagegen absteigend.

Die Eintrittsstelle des positiven Stromes in den Körper nennt man den positiven Pol oder die Anode (abgekürzt An.) und die Austrittsstelle des Stromes aus dem Körper den negativen Pol oder die Kathode (Ka.). Die physiologische Wirkung der beiden Pole ist nun eine ebenso verschiedene als die chemische, und es hat Brenner nachgewiesen, dass bei ungleichnamigen Ansatzpunkten der beiden Elektroden immer die Wirkung derjenigen vorwiegend zur Erscheinung kommt, welche dem physiologisch differenten, also dem erregbareren Ansatzpunkte entspricht.

Der negative Pol (die Kathode) übt eine stärkere Wirkung aus als der positive und zwar ebensowohl auf die Haut als auch auf die motorischen, die sensiblen Nerven und die Sinnesnerven, und werden wir hierauf später näher einzugehen haben.

Die Bestimmung der Pole eines Batteriestromes wird nach Ziemssen's Vorschlag auf einem mit dünnen Stärkekleister und Jodkaliumlösung getränkten Stück Fliespapier vorgenommen, auf welches die metallischen Elektroden nahe beieinander aufgesetzt werden. Beim Kettenschluss entsteht am positiven Pole (vermöge der Elektrolyse des Jodkalium) durch Freiwerden des Jod's eine blaue, respective schwarze Färbung.

Ebenso werden die Pole am Inductionsapparat bestimmt, jedoch ist hierbei der Hammer festzustellen und der Oeffnungsstrom auf das Papier zu leiten. Soll die Bestimmung auch für die Zukunft richtig sein, so muss selbstverständlich der positive Strom immer an ein und derselben Klemmschraube in den Inductionsapparat eintreten (vergl. oben S. 25).

3. Methoden der elektrischen Reizung.

Die früheren Methoden, den elektrischen Strom auf einzelne Organe des Körpers einwirken zu lassen, waren sehr unvollkommen, denn sie bestanden meist darin, dass man den Funken der Elektrisirmaschine auf den kranken Körpertheil überspringen liess, wobei natürlich der ganze Organismus mehr oder weniger erregt wurde.

Erst Duchenne hat das grosse Verdienst, eine Methode der örtlichen Anwendung der Elektricität begründet zu haben, mittels deren es möglich ist, den Strom vorzugsweise in einzelnen

Muskeln, Nerven oder innern Organen zu localisiren und zur Wirkung kommen zu lassen. DUCHENNE bediente sich bei seinen ersten Versuchen hauptsächlich nur der Inductionselektricität, die er als Faradismus (entsprechend dem Worte Galvanismus) bezeichnete und nannte seine Methode die örtliche Faradisation (Faradisirung). In späterer Zeit hat er auch vielfach, besonders zu therapeutischen Zwecken, vergleichende Versuche mit dem galvanischen Strom angestellt und in demselben für gewisse Krankheiten der Centralorgane des Nervensystems ein mächtiges Heilmittel erkannt.

Zunächst sind die Versuche und Beobachtungen anzuführen, auf welche DUCHENNE seine **Methode der örtlichen Faradisation** begründete.

1) Setzt man zwei mit einem Inductionsapparate verbundene, metallische, trockne Elektroden auf die trockne dicke Oberhaut einer Stelle des Körpers auf und lässt den Inductionsapparat wirken, so gleichen sich die elektrischen Ströme auf der Oberfläche der Haut aus unter Erzeugung von Funken und einem eigenthümlichen Knistern, wodurch jedoch keine andere physiologische Wirkung, als ein Brennen auf der Haut erregt wird.

2) Wenn man auf die Haut eine befeuchtete und eine trockne Elektrode aufsetzt und den Inductionsstrom wirken lässt, so wird an der Stelle, wo die trockne Elektrode einwirkt, eine oberflächliche Empfindung in der Haut erregt. Die entgegengesetzten Elektricitäten gleichen sich in diesem Fall an der trocknen Hautstelle aus, nachdem die Epidermis mit Hülfe der feuchten Elektrode durchdrungen worden ist.

3) Wenn man die Haut an einer Stelle, wo die Epidermis sehr dick ist, ein wenig befeuchtet und hier trockne Elektroden aufsetzt, so entsteht eine stärkere, oberflächliche Hautempfindung, man bemerkt aber dabei weder Funken noch Knistern. Hier findet die elektrische Ausgleichung in der Dicke der Haut statt, welche durch die geringe Befeuchtung etwas leitungsfähiger gemacht ist.

4) Wenn die Haut und die Elektroden stark befeuchtet sind, so entstehen bei Einwirkung des Stromes weder Funken noch Knistern, noch Verbrennungsgefühl, sondern Contractionen in den Muskeln und Empfindungen, die sehr verschieden sind, je nachdem man den Strom vorzugsweise auf einen Muskel, Nerven, Knochen oder auf andere Gewebe einwirken lässt.

Es blieb nun noch zu beweisen übrig, dass die bei Anwendung trockner Elektroden erregten Erscheinungen von Funken, Knistern und Verbrennungsgefühl wirklich nur der Hautreizung angehören

und dass andererseits die bei Anwendung sehr feuchter Elektroden hervorgebrachten Contractionen und Empfindungen nur der directen Reizung der Nerven und Muskeln zugeschrieben werden müssen. Duchenne hat dies an einigen sich ihm darbietenden Kranken darzuthun versucht. Bei einem Verwundeten war ein Theil des *M. cruralis* blossgelegt. Duchenne setzte auf die entblösste Stelle des Muskels trockne metallische Elektroden und bewirkte so die Contraction des Muskels, die von einer dumpfen, eigenthümlichen Empfindung begleitet war. Hierauf setzte er dieselben Elektroden im Bereich desselben Muskels auf eine Stelle, wo die Haut unverletzt war, und erregte hierdurch nur eine Empfindung von Brennen, keine Muskelcontraction. Er befestigte nun an die Elektroden feuchte Schwämmchen und setzte diese auf eine dem *M. cruralis* entsprechende Hautstelle auf. Hierdurch wurde die Contraction des Muskels mit der dumpfen eigenthümlichen Empfindung erregt, wie dieselbe bei der Reizung des entblössten Muskels mit trocknen Elektroden entstanden war.

Bei einem andern Verwundeten war der *N. radialis* am untern Theil des Vorderarms zerstört und dadurch hatten die Muskeln der hintern Vorderarmgegend ihre Empfindungsfähigkeit und Contractionsfähigkeit verloren. Die Empfindlichkeit der Haut dagegen war unversehrt, da die Hautnerven nicht verletzt waren. Wurden nun trockne, metallische Elektroden auf die Haut des Vorderarmes aufgesetzt, so entstand überall ein heftiges Verbrennungsgefühl, während befeuchtete Elektroden auf der hintern Vorderarmgegend weder Muskelcontractionen, noch die sie begleitende eigenthümliche Empfindung erregten; auf der vordern Seite des Vorderarms, wo keine Zerstörung des Nerven stattgefunden hatte, traten bei der Reizung mit feuchten Elektroden die Muskelcontractionen ein.

Diese Localisirung oder Beschränkung der Wirkung des elektrischen Stromes kann, streng genommen, niemals vollständig sein, sondern sie ist nur relativ, d. h. man kann es im günstigsten Fall dahin bringen, dass an einer Stelle des Körpers ein überwiegend starker Strömungsvorgang statt hat. Der elektrische Strom verbreitet sich zwischen seinem Ein- und Austrittspunkte, wo er die grösste Dichtigkeit hat, im thierischen Körper nach allen Seiten hin, wird aber zwischen den beiden dicht nebeneinander aufgesetzten Elektroden den kürzesten Weg, die kürzeste Bahn haben und darum werden hier physiologische Reizerscheinungen auftreten, die um so stärker sind,

je grösser die Stromintensität, je besser die Leitungsfähigkeit der Organe und je grösser die Erregbarkeit derselben ist.

Die entfernteren Strombahnen oder Strömungscurven bieten dagegen wegen ihrer grösseren Länge einen bedeutenderen Leitungswiderstand dar und werden desshalb dem entsprechend nur schwache Ströme führen können. Bei der Reizung (der Haut) mit trocknen Elektroden wird wegen des ausserordentlich grossen Leitungswiderstandes der trocknen Epidermis überhaupt nur wenig Elektricität in dem gereizten Körpertheil abgeglichen; daher werden auch auf die langen Strombahnen, also in die Tiefe des Gliedes (in die Muskeln) nur geringe Elektricitätsmengen gelangen, zumal da der Querschnitt, d. i. die Dicke der trocknen Haut, einen bedeutenden Widerstand darbietet. Der Strom wird sich desshalb hauptsächlich schon auf der Oberfläche der Haut zwischen den beiden Elektroden ausgleichen, besonders wenn diese dicht neben einander und nicht zu fest aufgesetzt werden, sondern die Haut nur leicht berühren. Wendet man dagegen feuchte Elektroden an und wird zugleich die Haut stark befeuchtet, so wird der Widerstand im Querschnitt derselben geringer und der Strom kann mit der zur Erregung genügenden Dichtigkeit zu den unter der Haut liegenden Organen gelangen, besonders wenn die Elektroden fest aufgedrückt werden. Ungereizt kann die Haut hierbei, an den Stellen, wo die feuchten Elektroden angelegt sind, nicht bleiben, jedoch ist die Reizung viel geringer als bei der Anlegung trockner Elektroden.

1. Elektrische Reizung der Haut.

Die Haut ist nicht an allen Körperstellen gegen den elektrischen Reiz gleich empfindlich. Diese verschiedene Empfindlichkeit ist bedingt einmal durch die Verbreitung der Gefühlsnerven, dann aber auch durch die ungleiche Dicke der Haut, welche dem elektrischen Strom einen grössern oder geringern Leitungswiderstand darbietet. Am meisten empfindlich ist im Normalzustand die Haut des Gesichts und besonders an den Uebergangsstellen der äussern Haut in die Schleimhaut, daher an den Lippen, den Augenlidern u. s. w. An der Nase, dem Kinn und dem mittlern Theil der Stirn ist die Empfindlichkeit grösser als an den Wangen und wird nach dem behaarten Kopfe zu geringer. Am vordern Theile des Halses, an der Haut des Bauches und der Brust ist die Empfindlichkeit grösser als am Rücken. Die Haut der Extremitäten ist an der Beugeseite empfindlicher

als an der Streckseite. Die Haut der Hand ist besonders zwischen den Fingern empfindlich, ebenso wie am Fusse zwischen den Zehen. Als sehr unempfindliche Stellen sind anzuführen die Haut über dem Brustbein, über der Kniescheibe, auf dem *Trochanter major* und auf der Ferse.

Diese Verschiedenheit der elektrischen Empfindlichkeit der Haut an verschiedenen Stellen des Körpers macht nun auch die Anwendung verschiedener Verfahrungsweisen bei der elektrischen Reizung der Haut (der cutanen Faradisation) nothwendig. Man faradisirt daher die Haut durch 1) die elektrische Hand; 2) volle metallische Elektroden; 3) metallische Fäden. Am geeignetsten sind zur Hautreizung raschaufeinanderfolgende, aus der inducirten Spirale gewonnene Stromunterbrechungen (schnellschlägige, secundäre Inductionsströme), deren Stärke sich nach der Empfindlichkeit der zu reizenden Organe zu richten hat. Die secundären Inductionsströme haben in Folge ihrer grössern Spannung eine viel intensivere Wirkung auf die sensiblen Nerven als die primären; sie bewirken desshalb auch leichter Hautreize, Röthe u. s. w., was bei Anwendung der primären Ströme weit seltener der Fall ist.

Wie ROSENTHAL[1]) gezeigt hat, wächst mit der Zahl der Drahtwindungen der secundären Spirale die elektromotorische Kraft des in ihr erzeugten Inductionsstromes; mit der Länge und Dünne des Drahtes wächst aber auch ihr Widerstand. Benutzt man die secundäre Spirale zur Erregung der sensiblen Nerven, so kommt dieser Widerstand gegen den noch viel grössern der trocknen Epidermis nicht sehr in Betracht und man erhält eine kräftige Erregung. Dagegen ist dieser Widerstand von sehr erheblichem Einfluss auf die Stromstärke, wenn es sich darum handelt, Muskeln zu erregen. Indem man nämlich durch die Anwendung feuchter Elektroden den Widerstand im menschlichen Körper vermindert, bleibt der Widerstand der Inductionsrolle so gross, dass der Strom keine erhebliche Stärke erreichen kann. Die grosse Windungszahl der secundären Spirale schadet in diesem Falle mehr, als durch die Vermehrung der inducirenden Wirkung gewonnen wird. Benutzt man dagegen den primären Inductionsstrom zur Erregung der Muskeln, so bekommt man kräftige Wirkungen, da jetzt bei dem geringen Widerstand des eingeschalteten (feuchten) Körpertheils selbst bei geringerer inducirender Wirkung die Ströme hinreichend stark sind.

---

[1]) Elektricitätslehre für Mediciner. 2. Aufl. Berlin 1869.

Die cutane Faradisation durch die elektrische Hand wird so ausgeführt, dass der Operateur einen feuchten Stromgeber auf eine weniger empfindliche Körperstelle des Kranken setzt, den andern (kolbenförmigen) Stromgeber in seine Hand nimmt und nun mit der Dorsalfläche der freien Hand über die zu erregende, möglichst trockne (am besten mit Reismehl eingepuderte) Hautstelle leicht hinwegfährt. Im Gesicht wird dadurch eine eigenthümliche Empfindung erregt, die dem Kratzen einer Bürste ähnlich ist. An anderen Körperstellen ist die Empfindung kaum merklich und man bemerkt nur bei sehr trockner Haut ein lebhaftes Knistern. Eine leichte Erregung der Gefühlsnerven kann man auch erzielen, wenn man das Gesicht vor den Conductor einer (Reibungs-) Elektrisirmaschine hält. Das Gefühl ist dem ähnlich, als wäre man in Spinnweben gerathen und ist als elektrischer Hauch bekannt.

Die cutane Faradisation durch volle metallische Elektroden wird ebenfalls auf der trocknen Haut ausgeführt. Die Form der Elektroden kann sehr verschieden sein, kuglig, olivenförmig, cylindrisch, spitzig.

Man fährt behufs einer Reizung mit den metallischen Stromgebern auf der zu reizenden Hautstelle hin und her, wodurch bei normaler Empfindlichkeit ein Gefühl von starkem Brennen erregt wird. Diese Bewegungen müssen möglichst schnell ausgeführt werden, und nur in den Fällen, wo man eine kräftige Ableitung bezweckt, fixirt man die spitzig geformten Stromgeber. Dies ist der elektrische Nagel, von den Kranken so genannt wegen der Empfindung eines in die Haut gebohrten glühenden Nagels.

Zur cutanen Faradisation durch metallische Fäden bedient man sich am besten der oben (S. 64) beschriebenen elektrischen Ruthen oder Pinsel. Aus jedem feinen Metallfaden des Pinsels ergiessen sich gewissermassen einzelne elektrische Strahlen von grosser Dichtigkeit, welche die Epidermis an den Mündungen der Talgdrüsen und Haarbälge durchdringen. Entweder fährt man nun mit dem Pinsel rasch über die kranke Hautstelle hinweg und schlägt sie leicht (elektrische Geissel) oder man fixirt den Pinsel, so lange es der Kranke ertragen kann (elektrische Moxa). Man kann an beide Leitungsschnüre solche metallische Pinsel befestigen und diese gleichzeitig bewegen oder auch den einen kugelförmigen Stromgeber fixiren und mit dem Pinsel die Geisselung vornehmen. An unempfindlichen Körperstellen ist diese Art der Reizung die allein zureichende. Hält man die Bürste in sehr geringer Entfernung von der Haut, so sieht

man dabei Funken überspringen und erregt dadurch ein augenblickliches, heftiges Verbrennungsgefühl.

Es giebt kein Heilmittel, dessen Wirkung der cutanen Faradisation zu vergleichen wäre, denn mittels derselben ist es allein möglich, die Haut so zu reizen, dass die erregte Empfindung vom leisesten Kitzel bis zum heftigsten Schmerz gesteigert werden kann und auf der Haut eine dem Feuer gleiche Wirkung hervorzubringen, ohne ihr Gewebe zu zerstören. Mit dem Momente, wo der Stromgeber die Haut nicht mehr berührt, hört die Empfindung auf und so kann man die Reizung schnell und wiederholt auf alle Theile des Körpers anbringen.

Die cutane Faradisation bewirkt, besonders bei Anwendung des secundären Inductionsstroms, im Bereich der gereizten Stellen zunächst Contractionserscheinungen durch Reizung der Blutgefässe der Haut, also örtliche Anämie, dann aber bald Hitze und Röthe, bald auch Erection der Hautpapillen (Gänsehaut), und bei lange fortgesetzter Reizung (5—10 Minuten) mit sehr starken Strömen Erythem, und bei Personen mit zarter Haut sogar Sugillationen.

Galvanische constante Ströme üben bei längerer Dauer einen zerstörenden Einfluss aus und wirkt die Kathode (der Zinkpol) stärker und rascher. An beiden Polen aber zeigen sich bei mässiger Stromstärke von 10 Elementen nach einer Minute bei lebhaftem, brennendem Schmerz Gänsehaut, Röthe, Papeln, Quaddeln und nach etwa zwei Minuten Brandblasen. Dieselben Erscheinungen zeigen sich auch bei der Anwendung unpolarisirbarer Elektroden, wenn auch erst nach etwas längerer Zeit.

Nach Remak unterscheidet man je nach der verschiedenen Anwendung stabile und labile Ströme. Erstere werden dadurch hervorgebracht, dass man die Elektroden fest aufsetzt und den Strom, ohne die Elektroden zu bewegen, wirken lässt. Labile Ströme dagegen werden dadurch erregt, dass man die Elektroden in fortwährender Berührung mit der Haut auf derselben hingleiten lässt.

Diese labilen Ströme sind den unterbrochenen Strömen ähnlich, aber doch nicht vollständig gleich, da bei dem Bewegen der Elektroden zwar Stromschwankungen zur Geltung kommen, aber keine vollständigen Unterbrechungen.

2. Elektrische Reizung der motorischen Nerven und der Muskeln.

Die physiologischen Wirkungen, welche der elektrische Strom auf die motorischen Nerven und Muskeln ausübt, haben seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Forscher in hohem Grade erregt. Der motorische Nerv beantwortet die elektrische Reizung mit einer Contraction oder Zuckung der von ihm versorgten Muskeln. Diese Zuckungen werden bei der Schliessung und bei der Oeffnung des erregenden Stromes hervorgerufen und folgen bei verschiedener Stärke und Richtung des den Nerven durchfliessenden Stromes bestimmten Regeln, die man in eine Formel gebracht und als Zuckungsgesetz bezeichnet hat.

In Bezug auf die Richtung des Stromes unterscheidet man den aufsteigenden Strom (↑), d. i. der positive Strom, der im Nerven von der Peripherie nach dem Centrum fliesst, und den absteigenden Strom (↓), der im Nerven die Richtung vom Centrum nach der Peripherie hat.

Als oberstes Gesetz der elektrischen Reizversuche stellte Dubois-Reymond folgenden Satz auf: Nicht der absolute Werth der Stromdichtigkeit in jedem Augenblick ist es, auf den der Bewegungsnerv mit Zuckung antwortet, sondern die Veränderung dieses Werthes von einem Augenblick zum andern, und zwar ist die Anregung zur Bewegung, welche diesen Veränderungen folgt, um so bedeutender, je schneller sie bei gleicher Grösse vor sich gingen oder je grösser sie in der Zeiteinheit waren.

Ein Schwanken der Stromdichtigkeit wird aber nicht nur durch Oeffnen und Schliessen der Kette hervorgerufen, sondern auch schon durch Verstärken und Schwächen des den Nerven tetanisirenden und fortdauernd durchfliessenden Stromes; auch das Hin- und Herbewegen der Elektroden auf der Oberfläche eines Muskels und sogar schon die Veränderungen oder molecularen Bewegungen, welche durch die Einwirkung des Stromes in der Substanz des Muskels oder Nerven erzeugt werden, bedingt ein Schwanken der Stromdichtigkeit und damit eine galvanische Reizung, die in diesem Sinne nach Dubois-Reymond nichts anderes ist als die erste Stufe der Elektrolyse eines Nerven. Während der Nerv von dem galvanischen Strome durchflossen wird, erleidet er eine gewisse Veränderung seiner Erregbarkeit und es hat Dubois-Reymond diesen eigenthümlichen Zustand den Elektrotonus des Nerven genannt.

Nach PFLÜGER[1]) zeigt sich dieser Zustand veränderter Erregbarkeit ebensowohl in dem vom Strome selbst durchflossenen Theil (der intrapolaren Strecke) des Nerven, als auch in den unmittelbar vor und hinter denselben gelegenen Theilen (den extrapolaren Strecken) des Nerven. Im Bereich der Kathode ist die Erregbarkeit erhöht und man bezeichnet diesen Zustand als Katelektrotonus, im Bereich der Anode ist dagegen die Erregbarkeit herabgesetzt und man bezeichnet diesen Zustand als Anelektrotonus. Der Nerv wird nun erregt durch das Entstehen des Katelektrotonus und durch das Verschwinden des Anelektrotonus, nicht aber durch das Verschwinden des Katelektrotonus und das Entstehen des Anelektrotonus. Wenn man also einen Strom durch den Nerven leitet, so findet die Erregung nicht auf der ganzen durchflossenen Nervenstrecke statt, sondern bei der Schliessung zeigt sich die Reizung in der Gegend der Kathode, bei der Oeffnung in der Gegend der Anode.

Die Stärke der Zuckung ist zunächst abhängig von dem Grade der Erregbarkeit des gereizten Nerven, sodann aber auch von der Stärke und der Richtung des einwirkenden Stromes. Bei schwachen Strömen tritt bei beiden Stromesrichtungen nur Schliessungszuckung ein und zwar beim aufsteigenden Strom etwas früher als beim absteigenden; bei mittelstarken Strömen erfolgt bei beiden Stromesrichtungen sowohl Schliessungszuckung als Oeffnungszuckung, letztere jedoch schwächer als die erste; bei sehr starken Strömen endlich tritt bei aufsteigender Stromesrichtung nur Oeffnungszuckung ein, bei absteigender Stromesrichtung nur Schliessungszuckung. Dies ist in der Hauptsache das von PFLÜGER formulirte Zuckungsgesetz.

Ob auch das Verhalten der Nerven am lebenden Menschen dasselbe sei, wie es sich bei jenen am Frosch gemachten physiologischen Versuchen herausstellt, ist trotz der trefflichen Arbeiten verschiedener ausgezeichneter Forscher noch nicht entschieden. Bei den so sehr verwickelten Verhältnissen können die physiologischen Experimente an den von gut leitenden Geweben umhüllten Nerven des lebenden Menschen nicht mit der Sicherheit ausgeführt werden, wie am blossgelegten Froschnerv und es lassen sich die an diesen bei der elektrischen Reizung gefundenen Gesetze auf den lebenden Menschen nicht direct übertragen.

Am lebenden Menschen zeigte REMAK zuerst, dass der constante galvanische Strom die Erregbarkeit der Muskeln steigere.

[1]) Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. Berlin 1859.

Ebenso sind aber auch faradische Ströme im Stande, die Erregbarkeit der motorischen Nerven zu erhöhen.

Lässt man nämlich einen schwachen, kaum fühlbaren Strom einige Zeit durch einen motorischen Nerven fliessen, so wird die Fähigkeit des Muskels beim Oeffnen und Schliessen des Stromes zu zucken dadurch vermehrt oder mit andern Worten seine Erregbarkeit (gegen den Strom) wird gesteigert.

Diese Beobachtung beruht auf der von Heidenhain[1]) gemachten Entdeckung, dass der elektrische Strom auf den ermüdeten Muskel eine erfrischende Wirkung ausübt, wobei die Richtung des Stromes von wesentlichem Einfluss ist, indem der aufsteigende Strom viel schneller und anhaltender erfrischend wirkt, als der absteigende.

Schon Volta hatte gefunden, dass ein Wechsel der Richtung des Stromes die gesunkene Erregbarkeit eines Muskels bedeutend steigere und man hat die Abwechslungen in der Stromesrichtung Volta'sche Alternativen genannt. Nach Ritter soll der Strom bei absteigender Richtung nur in den Streckmuskeln, bei aufsteigender Richtung nur in den Beugemuskeln eine Schliessungszuckung hervorrufen, was auch Remak mehrmals am lebenden Menschen beobachtete. Er legte überhaupt der Richtung des Stromes eine hohe Bedeutung bei und gründete darauf seine Methode der Galvanotherapie, die besonders von Benedikt weiter entwickelt worden ist.

Nach Benedikt gebraucht man gewisse auf die Richtungswirkung gegründete anatomische Bezeichnungen des elektrischen Stromes, nämlich Rückenmarksnervenstrom (R N Str), Rückenmarksplexusstrom (R Pl Str), Rückenmarksmuskelstrom (R M Str), Plexusnervenstrom (Pl N Str), Nervenmuskelstrom (N M Str), wobei immer die absteigende ↓ Stromesrichtung gedacht ist, also eine Anordnung der Elektroden, bei der die Anode (der positive Pol) näher dem Centrum steht. — Diese Bezeichnungen sind ziemlich verbreitet und haben mancherlei praktische Vortheile.

Ueber die physiologischen Richtungswirkungen des Stromes beim lebenden Menschen sind unsere Kenntnisse zur Zeit noch sehr gering.

Nach den von Burckhardt[2]) und Ziemssen[3]) angestellten Versuchen (über Gehirnelektrisirung) ist es allerdings zweifellos, dass man den elektrischen Strom in einer bestimmten Richtung

---

[1]) Physiologische Studien. Berlin 1856.

[2]) Ueber die polare Methode. Deutsch. Archiv f. kl. Med. 1870. S.

[3]) l. c. S. 30.

durch einzelne Nerven des lebenden Menschen leiten kann, indessen ist dabei die Dichtigkeit des Stromes im Nerven (wenn man nicht ungeheure Stromstärken anwendet) viel zu gering, um erhebliche und deutlich nachweisbare Wirkungen zu erzielen.

Weit mehr als von der Wirkung der Richtung des Stromes wissen wir von der verschiedenen Wirkung der beiden Pole, und da wir im Stande sind, einzelne Nerven dem vorwiegenden Einfluss eines bestimmten Poles zu unterwerfen, so können wir auch die verschiedenen Polwirkungen an den Nerven und Muskeln prüfen und so ist es möglich geworden auch für die motorischen Nerven des lebenden Menschen eine Zuckungsformel aufzustellen.

Auf die verschiedenen polaren Wirkungen des constanten Stromes gründet R. Brenner seine polare Methode (auf deren physiologische Begründung ich nicht näher einzugehen habe), die als sehr geeignete Methode der elektrischen Untersuchung erscheint.

Die Methode besteht darin, dass man die eine (sogenannte differente) Elektrode auf den zu untersuchenden Nerven oder Muskel aufsetzt und mit der andern Elektrode auf einer indifferenten Körperstelle (z. B. der Wirbelsäule oder dem Sternum) den Strom schliesst. Je geringer der Unterschied beider Ansatzpunkte in Bezug auf die Erregbarkeit (Anspruchsfähigkeit) ist, um so mehr vermischt sich die Wirkung der einen Elektrode mit der der andern, und muss man desshalb bei der elektrischen Untersuchung den Nerven möglichst unter den Einfluss derjenigen Elektrode versetzen, deren specifische Wirkung dem Zwecke der Untersuchung oder Behandlung entspricht.

Die Schliessungszuckung hängt von der Kathode, die Oeffnungszuckung von der Anode ab; während der Stromesdauer zeigt sich im Bereich der Kathode erhöhte, im Bereich der Anode herabgesetzte, nach der Kettenöffnung im Bereiche beider Elektroden erhöhte Erregbarkeit.

Es ist wohl zu berücksichtigen, dass im Bereiche jeder einzelnen Elektrode die dieser zukommenden Wirkungen nicht ausschliesslich auftreten, sondern dass im Bereiche der differenten Elektrode in geringerem Grade auch die Wirkungen der andern Elektrode Platz greifen.

Die im Bereiche jeder einzelnen Elektrode während des Kettenschlusses und bei der Oeffnung auftretenden Wirkungen sind entgegengesetzter Natur und durch den Kunstgriff des Ein- und Ausschleichens mittels des Rheostaten kann jede von beiden Wirkungen, unbeschadet der andern, verringert oder ganz ausgeschlossen werden.

Sowohl für die Qualität des Reizeffectes, als für den Modus, in welchem derselbe auftritt, ist es vollkommen gleichgültig, an welchem Theile der Kette die Schliessung und Oeffnung ausgeführt wird. Dagegen findet ein höchst erheblicher Unterschied in der Quantität des Reizeffectes statt, je nachdem die Schliessung und Oeffnung im metallischen Theile im Stromwender oder am Körper vorgenommen wird. Wenn man nun im metallischen Theil der Kette (durch den Stromwender) Schliessungen und Oeffnungen vornimmt und die Richtung des Stromes wechselt, so wird die differente Elektrode bald zur Anode, bald zur Kathode gemacht. Bei allmählich zunehmender Stromstärke kann man nun folgende Reihe von Reactionen beobachten, welche das Zuckungsgesetz des motorischen Nerven und Muskels darstellen.

Die Kathode (Ka) erzeugt vorwiegend Schliessungszuckung (SZ), die Anode (An) vorwiegend Oeffnungszuckung (OZ) und es ist die erregende Wirkung der Kathode stärker als die der Anode. Daher erhält man bei der Untersuchung eines motorischen Nerven bei Anwendung eines schwachen Stromes zuerst nur Kathodenschliessungszuckung (KaSZ), bei wachsender Stromstärke tritt hinzu die Anodenöffnungszuckung (AnOZ) und sehr bald auch noch Anodenschliessungszuckung (AnSZ); weiter wird die Kathodenschliessungszuckung zu einer tetanischen Contraction bei der Stromesdauer (KaSD oder KaSTe), während die übrigen Zuckungen an Stärke zunehmen und endlich beim stärksten Strom erscheint auch noch Kathodenöffnungszuckung (KaOZ). Mitunter tritt die Anodenschlusszuckung früher auf als die Anodenöffnungszuckung, im allgemeinen werden jedoch bei wachsender Stromstärke die Zuckungen an gesunden Nerven immer in der angegebenen Reihe folgen, also

1. KaSZ
2. AnOZ und AnSZ
3. KaOZ

Jede Abweichung von diesem normalen Zuckungsmodus ist als eine krankhafte Erscheinung zu betrachten.

Das Zuckungsgesetz gibt ebensowohl für die motorischen Nerven als auch für die Muskeln, welche jedoch erst auf länger dauernde galvanische Reizung mit einer trägen Contraction reagiren, während sie momentan dauernde Ströme gar nicht oder nur mit schwacher Zuckung beantworten.

Duchenne zeigte zuerst, dass man, um Muskelcontractionen zu erzielen, die stark befeuchteten Stromgeber auf die den Oberflächen der Muskeln entsprechenden Stellen der Haut aufsetzen müsse und

nannte diese Art der Reizung, welche Contractionen einzelner Muskelbündel zur Folge hat, die directe Muskelfaradisation, im Gegensatz zu der durch Reizung der motorischen Nerven bewirkten indirecten Muskelfaradisation, welche Bewegungen in ganzen Muskelgruppen hervorruft. REMAK machte dagegen den Einwurf, dass auch die directe Muskelfaradisation immer eine indirecte sei, da die Annahme einer selbständigen Muskelreizbarkeit (*Irritabilitas Halleri*) nicht mehr haltbar sei und die Contraction stets durch die im Muskel sich verbreitenden Nervenästchen zu Stande komme. Er glaubte desshalb die directe Faradisation als intramusculäre und die indirecte Faradisation als extramusculäre Reizung bezeichnen zu müssen.

Nach den Versuchen von CL. BERNARD, KOELLIKER, KÜHNE und BRÜCKE und den klinischen Beobachtungen von ERB, ZIEMSSEN und WEISS sind die Muskeln auch ohne Mitwirkung der Nerven reizbar, denn bei Thieren, welche durch Curaregift getödtet worden waren, wurden die Nervenstämme und die intramusculären Nervenendigungen gelähmt, so dass man durch Reizung der Nerven nicht die geringste Contraction erzielen konnte, während die Muskeln selbst ihre Reizbarkeit behielten, wenn auch in etwas geringerem Grade als im Normalzustand. Auch nach Quetschungen und Durchschneidung der motorischen Nervenstämme behielten die Muskeln trotz vollständiger Degeneration der Nerven Monate lang eine hohe Irritabilität für galvanische Ströme. — Für die Praxis wird übrigens durch diese physiologischen Streitfragen gar nichts gewonnen und man thut jedenfalls am besten, den Muskel sammt den in ihm verbreiteten (intramusculären) Nervenendigungen als ein Organ zu betrachten. So richtig daher auch die von REMAK vorgeschlagenen Benennungen intramusculäre und extramusculäre Reizung sind, so sind sie doch nicht unbedingt nothwendig und wir werden die einmal schon übliche Terminologie DUCHENNE's, directe und indirecte Faradisation, beibehalten.

A. Die indirecte Faradisation der Muskeln (extramusculäre Reizung) besteht, wie bereits erwähnt, darin, dass man dem Muskel durch elektrische Reizung des ihn versorgenden motorischen Nerven zur Contraction bringt. Es gehört dazu natürlich eine genaue Kenntniss der Lage und des Verlaufs der Nerven, die meist an irgend einer Stelle den Stromgebern zugänglich sind.

Sehr gründliche Untersuchungen über den Verlauf der motorischen Nerven und ihren Eintritt in die Muskeln hat ZIEMSSEN in seinem schon oben angeführten Werk (Die Elektricität in der Medicin) niedergelegt. Er bezeichnete bei seinen Versuchen die durch Aufsuchen

der motorischen Nerven am lebenden Körper gefundenen Punkte und Linien mit farbiger Kreide oder mit Höllenstein auf der Haut und controlirte die Resultate gelegentlich am Cadaver. Das gründliche Studium des klassischen Werkes von Ziemssen ist für Aerzte, die sich mit Elektrotherapie beschäftigen, unentbehrlich und sind besonders von Anfängern Vorübungen am eignen Körper anzustellen, um Sicherheit in Bezug auf das Aufsetzen der Elektroden und die anzuwendende Stromstärke zu gewinnen. Beispielsweise sollen hier nur einige Stellen angeführt werden, an denen man die motorischen Nerven leicht trifft, während wir später auf die zu wählenden Ansatzpunkte der Elektroden öfters zurückkommen werden.

Den *Nerv. medianus* trifft man an der Innenseite des untern Drittheils des Oberarms am Rande des *M. biceps;* den *N. ulnaris* zwischen dem *Condylus internus humeri* und dem *Olecranon;* den *N. radialis* an der Vereinigungsstelle des mittlern und untern Drittheils des Oberarmes, wo der Nerv unter dem *M. triceps* hervortretend auf die Aussenseite des Armes übergeht. Den *N. musculo-cutaneus* trifft man in der Furche zwischen dem *M. coracobrachialis* und dem *M. biceps*; den *N. axillaris* im obern Theil der Achselgrube. An der untern Extremität ist die indirecte Muskelfaradisation noch leichter: man trifft den *N. cruralis* in der Inguinalgegend aussen von der *Art. cruralis;* den *N. peronaeus* hinter dem Köpfchen der *Fibula* und den *N. tibialis* in der Kniekehle. Der *N. ischiadicus* ist an seinem Ursprung im Becken an der hintern Wand des Rectum oder nach seinem Austritt aus der *Incisura ischiadica major* am unteren Rande des *M. glutaeus max.* zwischen *Trochanter maj.* und *Tuber ischii* durch kräftiges Aufsetzen der Elektroden zu erreichen. — An andern Stellen ist die indirecte Faradisation schwieriger. Der *N. facialis* wird von der Parotis umgeben und ist dort, auch wenn man einen sehr starken Strom wirken lässt, kaum zu erreichen. Weit sicherer trifft man den Nerv an seinem Austritt aus dem *Foramen stylomastoideum,* wenn man einen geeignet geformten Stromgeber in den äussern Gehörgang bringt und auf den untern Knorpel drückt. — Unmittelbar über die Mitte des Schlüsselbeins aufgesetzt, trifft der Stromgeber den *Plexus brachialis.* Am vordern Rande des *M. scalenus anticus* trifft man den *N. phrenicus.* Der *N. hypoglossus* liegt ziemlich oberflächlich im Bereich des *Cornu majus* des Zungenbeins zwischen dem *M. stylohyoideus* und *M. hyoglossus.*

B. Die directe Muskelfaradisation (intramusculäre Reizung) besteht darin, dass man einen Muskel isolirt zur Contraction

bringt, indem man feuchte Elektroden auf die Stellen der ebenfalls befeuchteten Haut setzt, welche den Oberflächen der Muskeln entsprechen. Diese Art der Reizung ist leicht ausführbar, vorzüglich an den oberflächlich gelegenen Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten. Die tiefer gelegenen Muskeln sind im Allgemeinen schwerer zu erreichen, bieten aber doch meist eine Stelle dar, wo sie näher unter der Haut liegen und der elektrischen Reizung zugänglich sind.

Remak machte zuerst darauf aufmerksam, dass, da die Contraction eines Muskels nur durch Reizung der Nervenverzweigungen zu Stande komme, auch die Eintrittsstellen der motorischen Nerven für das Aufsetzen der Elektroden am geeignetsten seien. Um eine entschiedene und zugleich möglichst schmerzlose Contraction zu erzielen, muss man daher die Elektroden auf die Eintrittsstellen der motorischen Nervenzweige am Rande des Muskels aufsetzen. Bei allen Muskeln ist jedoch die Erregung der motorischen Nerven von den Randpunkten aus nicht ausführbar, weil viele Muskeln ihre Nerven aus der Tiefe, von der innern Fläche her erhalten und manche Muskeln auch von mehreren an verschiedenen Stellen eintretenden Nerven versorgt werden.

Bei der Ausführung der directen Muskelreizung muss der Operateur eine Hand frei haben, um die Intensität des Stromes und die Unterbrechungen desselben nach Bedürfniss während der Reizung regeln zu können. Die andere Hand hält die Stromgeber: am besten wird der eine Handgriff zwischen Daumen und Zeigefinger, der andere zwischen Mittel- und Ringfinger gefasst, so dass man die Stromgeber fest und nicht weit von einander entfernt auf den Muskelbauch aufsetzen kann.

Ziemssen giebt den Rath, die Kette im Allgemeinen nicht auf dem Muskel zu schliessen; er reizt durch die mit dem negativen Pol verbundene Elektrode den Muskelnerv und schliesst die Kette mit der positiven Elektrode, indem er diese an einem indifferenten Punkte des Körpers, z. B. dem Brustbein, aufsetzt. Dieses Verfahren ist für physiologisch-anatomische Zwecke, zur Demonstration der isolirten Muskelreizung gewiss ganz geeignet, bei elektrischer Reizung zu therapeutischen Zwecken ist dasselbe jedoch nicht empfehlenswerth, da man hier oft sehr starke Ströme braucht und die durch das Aufsetzen der entfernten indifferenten Elektrode unvermeidlichen Nebenwirkungen störend sein können.

Um eine vollständige Contraction eines sehr grossen Muskels zu erzielen, kann man sehr breite, plattenförmige Stromgeber

anwenden und einen Stromgeber fest auf den Muskel aufsetzen, den andern aber auf der Oberfläche in der Längsrichtung des Muskels hin und her bewegen. Diese Art der Reizung, die ich als labile Faradisation bezeichnen möchte, ist bei der Behandlung sehr atrophischer Muskeln ausserordentlich heilsam und wird von mir desshalb häufig angewendet.

Im Allgemeinen sind die oben beschriebenen grossen Elektroden, welche einen grossen Querdurchschnitt haben, zu gebrauchen; wenn man jedoch die isolirte Reizung kleiner oder feiner Nervenzweige bezweckt, so sind die kleinen Elektroden unentbehrlich.

Bei der Ausführung der directen Faradisation giebt es noch mancherlei Vortheile, die sich durch Uebung leicht erlernen lassen. So ist es nöthig, dass der betreffende Körpertheil in einer sichern, bei wiederholter Reizung in derselben Stellung oder Lage sei; ferner, dass man die Haut nicht unter den Stromgebern verschiebe und endlich, dass man, um den Hautschmerz möglichst zu vermindern, erst nachdem man die Elektroden fest aufgesetzt hat, den Strom ganz schwach eintreten lässt und denselben nun erst langsam bis zu dem zur Erzielung der vollständigen Contraction nöthigen Grade verstärkt.

Je dicker ein Muskel ist, um so kräftiger muss der Strom sein; denn wenn der Strom schwach ist, so findet die Reizung nur in den oberflächlichen Fasern statt, während unter dem Einfluss sehr starker Ströme die Elektricität tief in die Gewebe dringt. Bei sehr fetten Personen bedarf man ebenfalls kräftiger Ströme zur Faradisation der Muskeln.

Es kann vorkommen, dass man mehrere Muskeln auf einmal faradisiren will, z. B. zwei gleichnamige Gesichtsmuskeln (die beiden *M. zygomatici, triangulares* u. s. w.), wie dies Duchenne bei dem Studium der Functionen der Gesichtsmuskeln in Bezug auf den Gesichtsausdruck gethan hat. Man verfährt dann folgendermaassen: Vier Stromgeber sind mit dem Inductionsapparate durch vier Leitungsschnüre verbunden, je zwei an einem Pol des Apparates. Je zwei Elektroden (eine positive und eine negative) werden in einer Hand gehalten und z. B. die, die man in der rechten Hand hält, werden auf den *M. zygomaticus, triangularis* u. s. w. der linken Seite gesetzt, und die, welche man in der linken Hand hält, auf die gleichnamigen Muskeln der entgegengesetzten Seite. Wenn die Stromgeber von gleicher Grösse und gleichmässig feucht sind, so theilt sich der Strom des Apparates und kommt auf jedem Muskel mit gleicher Stärke an. Natürlich ist

diese örtliche Faradisation durch getheilte Ströme nur auf solche Muskeln anwendbar, die wenigstens ziemlich gleiche Reizbarkeit haben. Dieses Verfahren braucht jedoch nur behufs physiologischer Versuche in Anwendung gebracht zu werden.

Ziemssen spaltet hierbei nur den vom negativen Pol des Inductionsapparates abgehenden Leitungsdraht und befestigt an jeden Zweig desselben eine Leitungsschnur mit der Elektrode; der positive Leitungsdraht endet in einer Elektrode mit grosser Oberfläche, die auf das Brustbein aufgesetzt wird.

Die Faradisation eines Nerven oder eines Muskels bringt im Normalzustand immer eine Contraction und eine Empfindung hervor. Die Fähigkeit der Muskeln, sich auf den directen elektrischen Reiz zu contrahiren, nennt man nach Duchenne die elektro-musculäre Contractilität. Die Muskelcontraction ist von einer eigenthümlichen krampfhaften Empfindung begleitet, und das Vermögen, diese Empfindung wahrzunehmen, hat Duchenne die elektro-musculäre Sensibilität genannt.

Die elektromuskuläre Sensibilität ist unabhängig von der Empfindlichkeit der Hautnerven und kann bei vollkommener Anästhesie der Haut bestehen. Duchenne beobachtete die elektromusculäre Sensibilität zuerst an den von Haut entblössten Muskeln, auf die er die Stromgeber aufsetzte, und es ist zweifellos, dass dieselbe in gesunden Zuständen im geraden Verhältniss zur Energie der Contraction steht. An manchen Körperstellen ist die Empfindlichkeit gegen den elektrischen Reiz ausserordentlich gross und es ist wichtig, den Grad der elektromusculären Sensibilität in den verschiedenen Körperregionen zu kennen.

Im Gesicht ist die elektro-musculäre Sensibilität wegen der Verästelungen des *N. quintus* sehr bedeutend und man muss bei der Faradisation der Gesichtsmuskeln immer die dem *N. infraorbitalis* und *N. mentalis* entsprechenden Punkte vermeiden, da man sonst heftige Schmerzen in den Zähnen und in der Augenhöhle erzeugt. Sehr empfindlich ist der *M. frontalis*; ferner folgen die Schliessmuskel der Augenlider, *M. levator anguli oris alaeque nasi*, *quadratus menti*, *levator menti*, *orbicularis oris* und *triangularis menti* in der genannten Reihenfolge. Der *M. zygomaticus major* und *minor*, *masseter* und *buccinator* sind weniger empfindlich. Am Hals ist der *M. platysma-myoides* sehr reizbar, ebenso die obere Hälfte des *M. sternocleidomastoideus* und der äussere Rand der obern Hälfte des *M. trapezius*. Die Rücken- und Bauchmuskeln sind nicht sehr empfindlich, am meisten der

M. pectoralis major und die Muskeln der *Fossa infraspinata.* Der *M. deltoideus* und die Muskeln des Oberarms sind mässig empfindlich, die Muskeln der vordern Seite des Vorderarmes weit empfindlicher, als die der hintern. Die *Glutaei* und der *Tensor fasciae latae* sind sehr empfindlich im Vergleich zu den Muskeln der äussern und hintern Seite des Schenkels. Empfindlicher sind die Muskeln der innern Seite des Schenkels, als die der äussern. Endlich ist am Unterschenkel die elektro-musculäre Sensibilität an der hintern Seite viel grösser, als an der vordern und äussern Seite, wo die Haut sehr dünn ist und die Muskeln dicht unter der Haut liegen.

Da die Zahl der sensiblen Nervenfasern in den Muskeln eine verschiedene ist, so ist es leicht verständlich, dass auch die Empfindlichkeit der Muskeln gegen den elektrischen Reiz eine verschiedene sein muss.

Im gesunden Zustande steht die elektromusculäre Sensibilität im geraden Verhältniss zur Energie der Contraction, während sie bei krankhaften Zuständen gänzlich erloschen oder bedeutend erhöht sein kann.

Als Wirkung der durch faradische Reizung erzeugten Mukelcontraction zeigt sich in allen Fällen eine durch vermehrte Blutzufuhr bedingte Temperaturerhöhung, meist auch ein Anschwellen der betreffenden Muskeln. Ziemssen[1]) hat sehr gründliche Beobachtungen über diese Temperaturerhöhung veröffentlicht. Er fand die Temperatursteigerung um so bedeutender, je stärker und anhaltender die Contraction war. Der Umfang des Vorderarms wurde um $^1/_2$—1 Ctm., der des Oberschenkels um 1—2 Ctm. vergrössert. Mittels des Thermometers liess sich zwischen der hohen Temperatur über den verkürzt gewesenen Muskeln und der fast normalen Temperatur über den benachbarten nicht verkürzt gewesenen Muskeln eine scharfe Grenze ziehen. Die Steigung betrug 1—3,5° C. Auch giebt sich die Wärme dem Gefühl schon bei aufgelegter Hand deutlich zu erkennen. In der ersten Minute der Contraction fiel das Quecksilber fast constant um 0,1—0,5° C., stieg aber bei fortdauernder Contraction schon in der dritten Minute wieder, um dann gleichmässig fortzuschreiten. Der Abfall der Temperatur ging langsam, aber ebenso gleichmässig vor sich, als das Steigen, selbstverständlich bei unbedeckter Haut schneller, als bei bedeckter.

Galvanische Reizung hat dieselbe Wirkung, wenn durch sie Zuckungen des Muskels ausgelöst werden. Werden aber bei der gal-

[1]) l. c. S. 88 etc.

vanischen Reizung eines Muskels Zuckungen erregende Schwankungen der Stromdichte vermieden, so tritt keine Temperaturerhöhung ein. Nur die Contraction ist es, welche im Muskel den Stoffwechsel erregt und Wärme erzeugt und diese ist Bedingung für die Ernährung und den Fortbestand eines Muskels.

Wie Remak gezeigt hat, vermag der elektrische Strom aber nicht blos die in den Muskeln verlaufenden Blutgefässe zu erweitern, sondern auch eine Anschwellung der Muskelfasern selbst zu bewirken und ihre endosmotische Fähigkeit zu erhöhen. Am Froschschenkel erschien das Fleisch beim Einschneiden roth und von strotzenden Blutgefässen durchsetzt, wenn der Schenkel vorher galvanisirt war, während das Fleisch des nicht galvanisirten Schenkels sein gewöhnliches, bleiches Aussehen darbot.

3. Elektrische Reizung der Centralorgane des Nervensystems und der Sinnesorgane.

1. Gehirn.

Während man früher annahm, dass das Gehirn wegen seiner, einen zu grossen Widerstand darbietenden Umhüllung von Weichtheilen und Knochen der elektrischen Reizung unzugänglich sei, kann jetzt nach den Untersuchungen von Burckhardt, Erb und Ziemssen nicht mehr daran gezweifelt werden, dass bei der Application des galvanischen Stromes am Kopf erhebliche Stromzweige durch das Gehirn gehen, dass die Intensität derselben auf der geraden Linie zwischen den Polen am grössten ist und dass ihre Richtung sich mit der Wendung des Hauptstromes umkehrt.

Wenn man den Strom quer durch den Kopf gehen lässt (am besten durch Aufsetzen der Elektroden in den *Fossis mastoideis*), so beobachten die Versuchspersonen Schwindel, Schmerz, Betäubung und bisweilen auch Uebelkeit, die sich bis zum Erbrechen steigern kann.

Diese schon von Augustin, Purkinje, Remak und Benedikt beobachtete Erscheinung ist weiter von Brenner, besonders aber von Hitzig eingehender studirt worden. Nach ihren Untersuchungen geht die Reizung des Rumpfes beim Schwindel immer nach der Seite hin, wo die Anode steht. Bei der Oeffnung der Kette tritt bei empfindlichen Personen ebenfalls Schwindel ein mit Schwankung des Körpers nach der der Kathode entsprechenden Seite hin.

Bei vielen Versuchspersonen zeigte sich nach galvanischer Reizung ein länger andauerndes Eingenommensein des Kopfes und nicht selten Schläfrigkeit.

Nach HITZIG's[1]) Untersuchungen treten mit der Schwindelempfindung bei der galvanischen Reizung auch unwillkürliche und unbewusste Bewegungen der Augen ein. Dabei bestehen Scheinbewegungen der Gesichtsobjecte nach der Seite der Augenstellung und Scheinbewegungen des eigenen Körpers nach derselben Seite. Erstere sind eine Folge der unwillkürlichen Augenbewegungen, während die wirkliche Bewegung des Körpers als unbewusst willkürliche zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts gegen die Scheinbewegung aufgefasst werden muss.

Die von HITZIG und FRITSCH, NOTHNAGEL, FERRIER, BRAUN u. a. angestellten Untersuchungen über die elektrische Erregbarkeit der Grosshirnrinde und die elektrisch reizbaren Centren sind für die Physiologie und Pathologie von gleich hoher Bedeutung und in Zukunft vielleicht auch für die Therapie.

2. Rückenmark.

Ebenso wie das Gehirn, ist am lebenden Menschen auch das Rückenmark (nach ERB's Untersuchungen) für elektrische Ströme erreichbar, obgleich dasselbe von sehr dicken Lagen von Weichtheilen und Knochen umgeben ist. Durch Anwendung eines starken galvanischen Stromes (Anode auf die obern Brustwirbel, Kathode auf die Lendenwirbel) kann man bei wiederholten Stromwendungen Contractionen in dem vom *Nervus ischiadicus* versorgten Oberschenkelmuskeln hervorrufen. Ebenso werden eigenthümliche Empfindungen in den Fusssohlen erregt, wenn man sehr starke einzelne Inductionsschläge auf die Lendenwirbel einwirken lässt, wie dies von mir und BRENNER beobachtet worden ist.

3. Sympathicus.

Auch der Sympathicus kann, nach den zunächst bei therapeutischen Versuchen gemachten Beobachtungen, von dem galvanischen Strom gereizt werden. Am sichersten ist der Halstheil des Sympathicus zu treffen, wenn (nach M. MEYER) die Kathode über dem *Ganglion cervicale supremum* und die Anode am *Process. transversus* des 7. Halswirbels (der entgegengesetzten Seite) oder auch die Anode in der *Fossa auriculo-mastoidea* und die Kathode über dem Brustbein applicirt

---

[1]) Untersuchungen zur Physiologie des Gehirns 1874.

wird. Bei dieser Stellung der Elektroden werden ausser einer geringen Pupillenerweiterung gewisse vasomotorische Erscheinungen: Wärmegefühl, Pulsverminderung und Schweissabsonderung beobachtet, die wohl zum Theil auf Sympathicusreizung bezogen werden können.

Nach den von FISCHER[1]) angestellten experimentellen Studien an Thieren hat die Faradisation des Sympathicus einen grössern Einfluss auf die Pupille und den Blutdruck als die Galvanisation und verdient mehr therapeutisch verwerthet zu werden.

4. Gesichtssinn.

Mit der Entdeckung des Galvanismus wurde auch von VOLTA schon bemerkt, dass der Strom eine eigenthümliche subjective Lichtempfindung im Auge hervorruft. Diese wurde Phosphene genannt und von RITTER, PURKINJE, RUETE, DUCHENNE u. a. näher beschrieben. Setzt man die stark befeuchteten Elektroden auf die geschlossenen Augenlider oder in deren Umgegend auf und lässt einen schwachen galvanischen Strom wirken, so bemerkt man beim Kettenschluss eine blendende blitzartige Lichterscheinung. Nach den angeführten Beobachtern erregte der an das Auge angelegte positive Pol eine bläulich-violette Lichterscheinung, der negative Pol dagegen ein röthlich-gelbes Licht, das in kreisförmiger Gestalt das ganze Gesichtsfeld erleuchtet. Mir gelang es nie bei Einwirkung der verschiedenen Pole die Farbe der Lichterscheinung sicher zu unterscheiden und auch andere intelligente Versuchspersonen vermochten keine bestimmten Angaben zu machen. Oft liessen sich nicht einmal die durch die Lichterscheinung erzeugten Nachbilder von dieser selbst trennen. In neuerer Zeit sind von FUNKE, BRUNNER, HELMHOLTZ u. a. Physiologen und namentlich auch von BRENNER genauere Untersuchungen über die galvanische Erregung des Sehnerven angestellt worden. BRENNER beobachtete bei KaS und AnO ein hellblaues Lichtcentrum mit gelbgrünem Hof sowie bei KaO und AnS ein gelbgrünes Centrum mit hellblauem Hof. Form und Farbe des Lichtbildes war zwar bei verschiedenen Individuen verschieden, bei derselben Person jedoch immer dieselbe. Die optische Erscheinung tritt am deutlichsten ein, wenn die eine Elektrode im Nacken, die andere auf oder am Auge aufgesetzt wird. Die dem Sehnerven nähere Elektrode bestimmt die Qualität des auftretenden Lichtbildes.

Nach den Untersuchungen von ZIEMSSEN haben die Augäpfel und ihre Umgebung eine ausserordentlich gute Leitungsfähigkeit und es

---

[1]) Arch. f. klin. Med. B. 17.

vermag desshalb der galvanische Strom direct auf die flächenartige Ausbreitung des Sehnerven zu wirken.

Verengerung der Pupillen durch galvanische Reizung der Irismuskeln lässt sich (nach DUCHENNE und ZIEMSSEN) durch Aufsetzen von feinen Elektroden am Hornhautrand nachweisen. Interessant wäre es, sich bei Oculomotoriuslähmung über das Verhalten der gelähmten glatten Circulärfasern gegen den faradischen und galvanischen Strom zu unterrichten.

5. Gehörorgan.

Wenn auch schon VOLTA, ERMANN, RITTER u. a. beobachtet hatten, dass der galvanische Strom je nach seiner Stärke im Gehörorgan ein leiseres oder stärkeres Summen oder Geräusch oder Tönen erzeugt und wenn auch später mehr oder weniger gelungene elektrotherapeutische Versuche der Behandlung von Harthörigkeit bekannt wurden, so hat doch erst BRENNER[1]) nachgewiesen, dass der Gehörnerv ebenso wie andere Nerven auf die Einwirkung elektrischer Ströme in bestimmter Weise reagirt.

Behufs der Erregung des Hörnerven füllt man (bei nach der Seite geneigter Haltung des Kopfes) den Gehörgang mit lauem Wasser, in welches man die eine drahtförmige Elektrode oder die Ohrelektrode (vergl. S. 64 Fig. 16) einsenkt. In vielen Fällen genügt es jedoch, eine knopfförmige Elektrode auf den Tragus aufzusetzen und so mit einem leichten Druck den Gehörgang zu schliessen. Die andere möglichst grosse Elektrode wird an einer indifferenten Stelle im Nacken oder in der Hohlhand aufgesetzt und nun der durch den Rheostaten gedämpfte Strom geschlossen.

Der auf diese Weise „direct" erregte gesunde Hörnerv reagirt nun mit Gehörssensation, und zwar wenn die Kathode in oder am Ohre aufgesetzt ist, bei Schliessung der Kette (und während der Stromesdauer), und wenn die Anode am Ohre steht, bei Oeffnung der Kette.

Diese Reaction, die freilich beim gesunden Menschen nicht immer leicht nachzuweisen ist und die oft erst bei bedeutenden Stromstärken auftritt, hat BRENNER in folgender Normalformel dargestellt, wobei *D* (Dauer) die Zeit während des Geschlossenseins der Kette bedeutet.

---

[1]) Untersuchungen und Beobachtungen über die Wirkung elektrischer Ströme auf das Gehörorgan im gesunden und kranken Zustand, Versuch zur Begründung einer rationellen Elektro-Otiatrik. Leipzig 1868.

KaS Kl (Klang)
KaD Kl > (Klang, allmählich verschwindend)
KaO — (Keine Gehörssensation)
AnS — (ebenso)
AnD — (ebenso)
AnO Kl (Schwacher und kurzer Klang).

Je nach der Individualität der Versuchspersonen und der Stromstärke steigert sich die errregte Gehörssensation von Summen, Zischen, Rollen, Pfeifen oder Klingen bis zu einem hellen, musikalisch bestimmbaren Ton. Die Reaction bei KaS erfolgt sofort, während die Reaction bei AnO zu ihrem Eintreten einer gewissen Dauer des Schlusses bedarf. Der Hörnerv zeigt nach der Oeffnung der Kette erhöhte Erregbarkeit, so dass bei wiederholter KaS eine geringere Stromstärke als vorher zur Hervorbringung der Gehörssensation genügt.

Inductionsströme sind nur als einzelne Schliessungs- und Oeffnungsschläge geeignet Gehörssensationen hervorzubringen und ist dabei die Wirkung des Oeffnungsstromes die vorherrschende.

Bei der elektrischen Reizung des Gehörorgans sind gewisse Nebenerscheinungen unvermeidlich, nämlich Schmerz, Gesichtsmuskelzuckungen, Schwindel, Lichtempfindungen, Geschmackswahrnehmungen, Husten und Schluckbewegungen. Dieselben sind bei den elektrischen Reizversuchen oft störend, werden jedoch bei geübten Versuchspersonen von dem Effect der directen Reizung des Hörnerven bald sicher unterschieden.

Bei Krankheiten des Gehörorgans kommen oft wesentliche Abweichungen von der physiologischen Normalformel vor, worauf wir später zurückkommen.

Die von Brenner gefundenen Thatsachen sind der Gegenstand heftiger Erörterungen unter einzelnen Ohrenärzten und Elektrotherapeuten geworden und es ist die Richtigkeit der „Normalformel“ nicht von allen Seiten anerkannt.

Die Ansicht, dass die bei der Galvanisirung des Ohres beobachteten subjectiven Gehörsempfindungen durch directe Reizung des Hörnerven zu Stande kommen, ist besonders von Benedikt, Schulz u. a. bekämpft worden. Diese Beobachter glauben vielmehr, dass es sich dabei um eine Reflexreizung vom Trigeminus oder vom Sympathicus her handle. Von Schwartze, Wreden u. a. wird nach Duchenne's Vorgang angenommen, dass die elektrisch erregten Gehörsempfindungen nur durch Contraction der Binnenmuskeln des Ohres zu Stande kommen. Ein näheres Eingehen auf die Streitfragen liegt nicht in meiner Absicht.

6. Geschmacksorgan.

Der Geschmacksnerv wird durch den elektrischen Strom in einer seiner Function entsprechenden Weise ebenso wie die übrigen Sinnesnerven erregt. Bringt man auf die obere Seite der Zunge eine Silberplatte, auf die untere Seite aber eine Zinkplatte und lässt beide Metalle mit ihren vordern Rändern einander berühren (bildet also eine galvanische Kette in welcher die Zunge den feuchten Leiter darstellt), so empfindet man, so lange die Silberplatte oben ist, einen alkalischen Geschmack; kehrt man aber die Metalle um, so dass die Zinkplatte oben ist, so bemerkt man einen sauern Geschmack. Dies ist der zuerst von Sulzer, später von Volta, Pfaff und Ritter weiter ausgeführte Geschmacksversuch. Jetzt weiss man, dass nicht nur bei directer Berührung der Zunge, sondern auch beim Aufsetzen der Elektroden auf die Wangen, im Nacken u. s. w. eine Geschmacksempfindung hervorgerufen wird, die meist als metallisch bezeichnet wird, die noch einige Zeit nach der Reizung fortdauert und die bei der Einwirkung der Kathode am stärksten ist. Am zweckmässigsten reizt man die Zunge, wenn man die Anode im Nacken aufsetzt und mit der Kathode die Zunge selbst berührt. Inductionsströme erregen nur die sensiblen und motorischen Nerven der Zunge, die sich auf der gereizten Seite verkürzt.

7. Geruchsorgan.

Die Reaction des Geruchsnerven auf elektrische Reizung ist sehr schwierig zu bestimmen, da der dabei erregte Drang zum Niesen störend wirkt. Ritter u. a. bemerkten beim Schliessen und Oeffnen der Kette einen bald als sauer, bald als ammoniakalisch, bald als faulig bezeichneten Geruch. M. Meyer beobachtete vermehrte Schleimabsonderung sowie heftiges Prickeln und Stechen in der Nase, besonders wenn die Kathode in der Nase und die Anode im Nacken applicirt war. Ausserdem bemerkte er dabei einen alkalischen Geschmack, der bei der Stromwendung sauer wurde und sich vom Grunde der Zunge bis zu ihrer Spitze verbreitete.

Von einer etwaigen galvanisch erregten Geruchsempfindung wohl zu unterscheiden ist die Geruchswahrnehmung des freien Ozons, welches bei Einwirkung des elektrischen Funkens auf den atmosphärischen Sauerstoff entsteht.

4. Elektrische Reizung der Organe der Brust- und der Bauchhöhle.

Die meisten innern Organe sind der elektrischen Reizung entweder direct zugänglich durch passende Elektroden oder indirect durch

Reizung der die Organe versorgenden Nerven. Die vom Sympathicus versorgten Organe haben glatte Muskelfasern, deren Bewegungen bei der elektrischen Reizung (sowohl der faradischen als der galvanischen) viel langsamer eintreten als die der quergestreiften Muskeln. Auch dauert bei ihnen die einmal bewirkte Erregung noch einige Zeit nach dem Aufhören des Reizes fort und hat die Reizung eine der Function des betreffenden Organes entsprechende Contraction zur Folge, wie besonders die schönen Untersuchungen Ed. Weber's über den Einfluss elektrischer Ströme auf das Ganglien-nervensystem und die mit glatten Muskelfasern versehenen Organe nachgewiesen haben.

Ueber die directe Einwirkung des Stromes auf das Herz des lebenden Menschen wissen wir nur sehr wenig, doch ist wohl zu erwarten, dass nicht nur bei directer Elektrisirung durch eingesenkte Nadeln, sondern auch vom Sympathicus und *N. vagus* aus vermehrte, bez. verminderte Herzaction durch elektrische Reizung hervorgerufen werden kann. Ebenso ist anzunehmen, dass es möglich ist, bei genügender Stromstärke auch Zweigströme durch die Lungen zu leiten, sowie dass dieselben durch Elektrisirung der Inspirationsmuskeln (z. B. nach pleuritischen Exsudaten) zu grösserer Thätigkeit angeregt werden können, eine Methode[1]), die jedenfalls Beachtung verdient.

Die elektrische Reizung des Oesophagus, der im obern Dritttheil ganz aus quergestreiften Fasern besteht, bewirkt deutliche Contraction der Musculatur. Man bedient sich am zweckmässigsten zur Erregung des Inductionsstromes und einer sondenförmigen, sehr biegsamen, bis an den Knopf durch Kautschuk isolirten Elektrode, welche in die Speiseröhre eingeführt wird, während die andere stark befeuchtete Elektrode am Nacken aufgesetzt ist.

In ähnlicher Weise ist die Elektrisirung des Pharynx vorzunehmen. In beiden Fällen muss man sich hüten, mit dem olivenförmigen Knopf die Seitenwände des Pharynx zu treffen, wo die Stämme des *N. vagus, glossopharyngeus* und *accessorius Willisii* liegen.

Die Organe der Bauchhöhle des Menschen verhalten sich bei der elektrischen Reizung ebenso, wie dies bei Thieren bei Vivisectionen beobachtet worden ist. Magen und Därme reagiren sehr deutlich auf den elektrischen Reiz und wirkt derselbe selbst bei percutaner

---

[1]) Die Lungenschwindsucht und ihre Heilung durch Elektricität von Dr. Bastings in Brüssel, deutsch von Silbermann. Erlangen 1866.

Anwendung durch stark befeuchtete Elektroden, die man auf die Bauchdecken aufsetzt, schon hinreichend kräftig. Wie ZIEMSSEN hatte auch ich wiederholt Gelegenheit, in dieser Weise die in grossen Hernien enthaltenen Darmpartieen in sehr lebhafte peristaltische Bewegungen versetzen zu können und es ist mir dies auch bei magern Versuchspersonen mit schlaffen dünnen Bauchdecken oft gelungen, wenn ich einzelne starke Inductionsschläge einwirken liess. Die heftigen peristaltischen Darmbewegungen waren deutlich zu sehen und wurden von den Kranken auch noch längere Zeit nach der Elektrisirung bemerkt. Von mehreren Kranken wurde nach jeder derartigen Reizung ein Drang zur Defäcation beobachtet.

Directe Reizung der Gallenblase bei Thieren hat eine Contraction der Musculatur zur Folge, so dass Galle in das Duodenum entleert wird. Ob dies auch bei percutaner Anwendung des Stromes der Fall ist, steht noch dahin. Doch hat GERHARDT[1]) die Elektrisirung der Gallenblase zur Beseitigung der Gelbsucht beim Menschen empfohlen. Die eine Elektrode eines starken, langsam schlägigen Inductionsstromes wurde in der Gallenblasengegend, die andere Elektrode horizontal gegenüber rechts neben der Wirbelsäule aufgesetzt.

GERHARDT's Versuche, in ähnlicher Weise die Urinsecretion durch Faradisirung der Nieren anzuregen, sind erfolglos gewesen. Dagegen will NAMIAS[2]) bei Nephritis Erfolge von elektrischer Reizung gesehen haben.

Dass die Milz durch elektrische directe Reizung zu Contractionen angeregt werden kann, ist bei Thieren sicher beobachtet worden. Ob dies durch percutane Reizung beim Menschen möglich sei, ist noch zweifelhaft. Doch will CHVOSTEK[3]) auf reflectorischem Wege (durch Faradisirung der Haut in der Milzgegend) erhebliche Verkleinerungen von Milztumoren nach Wechselfieber erzielt haben.

Die elektrische Reizung und zwar am zweckmässigsten die Faradisation des *Rectum* und der Muskeln des *Anus* wird einfach so ausgeführt, dass man, nachdem etwa vorhandene Fäcalmassen entleert sind, eine metallische Olive mit einem durch eine Kautschuksonde isolirten Stiel in das *Rectum* einführt und den mit dem andern Pol verbundenen, befeuchteten Stromgeber in der Umgegend des Kreuzbeins aufsetzt. Man drückt nun die Olive mit dem Stiel an

---

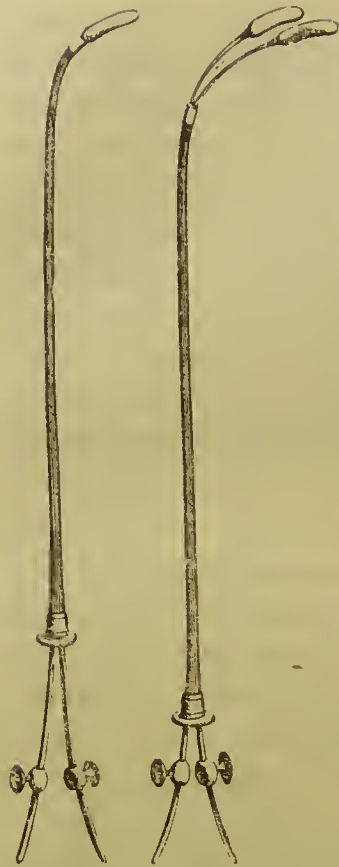
1) Ueber Icterus gastroduodenalis. VOLKMANN's Sammlung klin. Vorträge No. 17.

2) Gazette hebdomad. 1864. 21.

3) Wiener med. Presse 1870. No. 7. 8. 10. 16. 17. 34. 41. und Wiener Wochenschrift 1876.

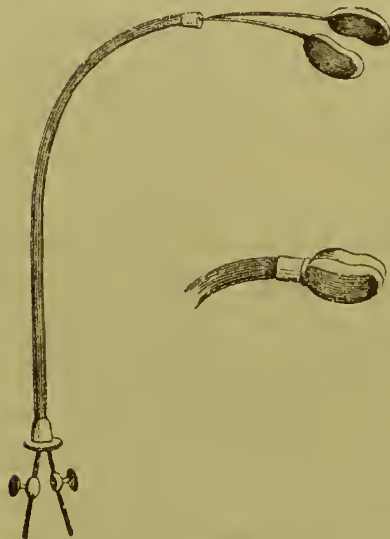
den untern Theil des *Rectum*, d. h. an den *M. levator* und *sphincter ani* und bringt auf solche Art eine Contraction des Mastdarms hervor, die man deutlich fühlt, wenn man die eingebrachte Elektrode, die förmlich eingeschnürt wird, zu bewegen versucht. Will man die Schleimhaut dieses Organes reizen, so führt man die Olive auf der ganzen Oberfläche des *Rectum* umher. Der Mastdarm selbst ist für die stärksten elektrischen Ströme nur wenig empfänglich. Der Rand des Darmes dagegen ist so empfindlich, dass die geringste faradische Reizung daselbst einen unerträglichen Tenesmus hervorbringt; daher muss man den Stiel der Olive isoliren, um den Rand nicht zu reizen.

Elektrisirung der Harnblase bewirkt energische Contractionen, besonders wenn die Elektroden durch die Harnröhre in die Blase eingeführt werden, so dass dieselbe direct gereizt wird. Galvanische Ströme sind wegen ihrer elektrolytischen Wirkung auf die Blasenschleimhaut nicht anwendbar, sondern es ist die Faradisation der Blase zu rathen. Wie bei der Faradisation des *Rectum* muss die Blase vorher entleert werden, weil sonst die Reizung nicht direct die Blasenwände, sondern den *Plexus sacralis* oder *hypogastricus* treffen würde. Wenn man die Muskelfasern des Blasenhalses faradisiren will, so wird eine olivenförmige Elektrode wie bei der vorigen Operation in das *Rectum* gebracht und eine krumme metallische Sonde, bis an den Knopf mit Kautschuk isolirt, in die Blase eingeführt und mit einem Pole des Apparates verbunden. Man nähert nun die Sonde allen Stellen des Blasenhalses oder des ganzen Blasenkörpers und es entstehen Contractionen der Muskelfasern besonders am *Sphincter* des Blasenhalses. Doch braucht man dies nur selten bei Blasenlähmung, denn in vielen Fällen genügt es, durch Ansetzen der Elektroden dicht über der Symphyse die über der Blase liegenden Bauchwandmuskeln durch langsame Stromunterbrechungen kräftig zu faradisiren. In diesem Fall kann die Blase gefüllt sein und es wird der Strom die gewünschte Contraction hervorbringen und nicht selten eine Entleerung erfolgen. In Fällen, wo die beschriebene Methode nicht genügen sollte, führte Duchenne zwei Elektroden in die Blase ein und hat hierzu das beistehende Instrument angegeben, welches er den doppelten Blasenexcitator nennt (Fig. 17 u. 18). Das Instrument besteht aus zwei biegsamen metallischen Stielen, die von einander isolirt in einer Sonde laufen. Sie endigen an ihren Blasenenden wie in Fig. 18, so dass sie einander genähert, wie in Fig. 17, eine gewöhnliche Sonde bilden. Die Elektrode wird geschlossen in die Blase eingebracht und die Stiele 3—4 Centimeter vorgeschoben, während die Kautschuksonde


Fig. 17 u. 18.

ruhig liegt, so dass die Knöpfe auseinandergespreizt werden. Die Elektroden werden nun in Verbindung mit dem Inductionsapparat gesetzt und das Instrument wie vorher gehandhabt. Die Kautschuksonde, welche die Stiele der Elektroden trennt, darf niemals von Feuchtigkeit durchdrungen sein, da in diesem Falle die Ströme von einer Elektrode zur anderen übergehen und sich im Innern der Sonde ausgleichen würden statt nach den Knöpfen zu gehen.

Die Elektrisirung des Uterus bewirkt Contractionen desselben und ist die galvanische und faradische Reizung des Organs bei mancherlei krankhaften Zuständen, wie Wehenmangel, hartnäckiger Amenorrhöe u. s. w. mit Vortheil angewandt worden. Man gebraucht zur Faradisation des Uterus ein ähnliches Instrument, wie den doppelten Blasenexcitator, von dem es sich nur durch die Krümmung der Stiele und die Breite der Knöpfe unterscheidet (Fig. 19 u. 20). Es wird, wie in Fig. 20, geschlossen in die Scheide eingeführt und dann, wie in Fig. 19, die Knöpfe auseinandergespreizt an die Seiten des *Collum uteri* angelegt. Für die galvanische Reizung empfiehlt es sich, die Kathode an die Vaginalportion und die Anode am Kreuzbein aufzusetzen.


Fig. 19 u. 20.

Elektrisirung der männlichen Geschlechtsorgane durch faradische oder galvanische Ströme bewirkt eine Erregung derselben. Nach Eckhardt's Untersuchungen wird die Erection des Penis durch directe Reizung der aus dem *Plexus sacralis* stammenden und sich in den Schwellkörpern verbreitenden *Nervi erigentes* hervorgebracht. Faradisirung der *Mm. ischio* und *bulbocavernosus* und cutane Reizung der *Glans penis* haben eine Schwellung des Gliedes zur Folge. Sehr empfindlich gegen elektrische Reizung sind die Hoden und der Samenstrang.

Zweiter Theil.

Die örtliche Faradisation in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie behufs Feststellung der Functionen einzelner Muskeln und Nerven.

Vorbemerkung.

Die Methode der örtlichen Faradisation, durch welche es möglich ist, den elektrischen Strom auf einzelne Muskeln oder auf ganze Muskelgruppen wirken zu lassen und so die willkürlichen Bewegungen nachzuahmen, hat ihr Schöpfer Duchenne benutzt, um die isolirten Wirkungen der einzelnen Muskeln genauer festzustellen, als dies bisher geschehen war. Er hat damit eine sogenannte „lebende Anatomie" begründet und eine Reihe höchst interessanter Thatsachen erforscht, die für die Physiologie der Muskeln von grösster Bedeutung geworden sind.

Duchenne hat nachgewiesen, dass die Functionen vieler Muskeln bisher nicht richtig erkannt waren, da man sie nur auf mechanischem Wege oder aus den willkürlichen Bewegungen bestimmt hatte, bei denen doch meist nur ganze Muskelgruppen in Thätigkeit treten, während man durch die Faradisation einzelne Muskeln zur Contraction bringen kann. Diese künstlich erregten Contractionen bewirken aber keine natürlichen Bewegungen, die natürliche Haltung und Stellung der Glieder ist vielmehr nur vom Tonus der Muskeln bedingt. Ist der Tonus einzelner Muskeln geschwächt, so überwiegen die Antagonisten derselben und es entstehen Deformitäten, deren Zustandekommen bei Muskellähmungen Duchenne als Controle seiner elektrophysiologischen Versuche eingehendem Studium[1]) unterwarf. Er hatte in den Pariser Hospitälern eine reiche Auswahl von partiellen Lähmungsformen und stellte seine Versuche meist öffentlich an und sind die Muskeln des Gesichts, der Hand, der Schulter, des Fusses und das Zwerchfell Gegenstand seiner Untersuchungen gewesen.

Dabei hatte er die treffliche Idee, die durch elektrische Reizung erzielten Effecte der Muskelcontractionen photographisch aufnehmen zu lassen und so entstand ein prächtiges Album: Die Mechanik

---

[1]) Physiologie de mouvements. Paris 1867.

der menschlichen Physiognomie, ein Werk[1]), das Aerzten und Künstlern gleich hohes Interesse bot.

In ähnlicher Weise liess Ziemssen[2]), der die Angaben Duchenne's in Betreff der Function der Gesichtsmuskeln prüfte und theils zu bestätigenden, theils zu abweichenden Resultaten gelangte, nach den unter seiner Leitung gefertigten Photographien Holzschnitte ausführen, auf welchen die motorischen Punkte deutlich zu erkennen sind. Die Bezeichnung derselben geschah nach der oben angegebenen Methode. (Mit der feinen negativen Elektrode wurde der motorische Punkt fest bestimmt, während die breite positive Elektrode auf dem Brustbein stand.) Diese Darstellungen sind von grossem Werthe für alle, die sich mit elektrischen Muskelreizungen beschäftigen wollen. Es sind zu diesen Studien selbstverständlich gründliche anatomische Kenntnisse und Gewandtheit in der Technik der Faradisation erforderlich, die sich jedoch durch Fleiss und Uebung erwerben lassen.

I.

Elektrophysiologie der Gesichtsmuskeln.

Will man eine vollkommen gleiche Contraction auf jeder Seite des Gesichts erhalten, so muss man die homologen Muskeln mit 2 abgeleiteten Strömen faradisiren, wie es oben angegeben worden ist, oder die Muskeln indirect faradisiren. Reizt man nicht die gleichen Punkte, so contrahiren sich die Muskeln der beiden Seiten ungleich und man erhält Fratzen statt des eigenthümlichen Ausdrucks der gereizten Muskeln.

Die Reizung des Stammes des *Nervus facialis* erzielt man nach Ziemssen am besten durch Ansetzen des Stromgebers unmittelbar unter dem Porus acusticus externus in dem Grübchen der Ohrmuschel oder auch dicht unter der Ohrmuschel zwischen Proc. mastoideus und Proc. condyloideus des Unterkiefers. Dabei wird die ganze Gesichtshälfte nach der gereizten Seite gezogen, Nase und Mund schief gestellt, das Auge fest geschlossen und die Haut der gereizten Gesichtshälfte in zahllose Falten gelegt, wie dies bei heftigem Facialiskrampf der Fall ist.

---

[1]) Mécanisme de la physionomie humaine ou analyse électrophysiologique de l'expression de passions, applicable à la pratique des arts plastiques. Album. 72 figures photograph. Paris 1862. (Leider ist der hohe Preis dieses Werkes seiner Verbreitung hinderlich gewesen.)

[2]) l. c.

M. frontalis.

Der *Musc. frontalis*, der aus verschiedenen Zacken (Nasenzacke, Augenwinkelzacke und Augenbrauenzacke[1]) besteht, wird am besten indirect gereizt durch den vom *N. facialis* abgehenden, welcher an den



Fig. 21. Rechts Lachender, links Weinender[2]).

Schläfen und am Jochbogen leicht zu treffen ist. Die Faradisation des Muskels bringt verschiedene Wirkungen hervor: im Ganzen zieht

[1]) Vergleiche Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen von Dr. J. Henle. Erster Band. Dritte Abtheilung. S. 136. Braunschweig 1858.

[2]) Die beistehenden Figuren sind nach Duchenne's Photographieen gefertigt und geben ein Beispiel der durch faradische Reizung der Gesichtsmuskeln zu erreichenden Mienenspiele.

er die Haut der Stirne, Augenlider, Augenbrauen in die Höhe. Bei einer leichten Contraction erheitert er die Züge, bei stärkerer drückt er Zweifel, Verwunderung, bei der stärksten Contraction mit andern Muskeln zusammenwirkend aber eine angenehme Ueberraschung oder Schaudern aus. In allen Fällen furcht er mehr oder weniger die

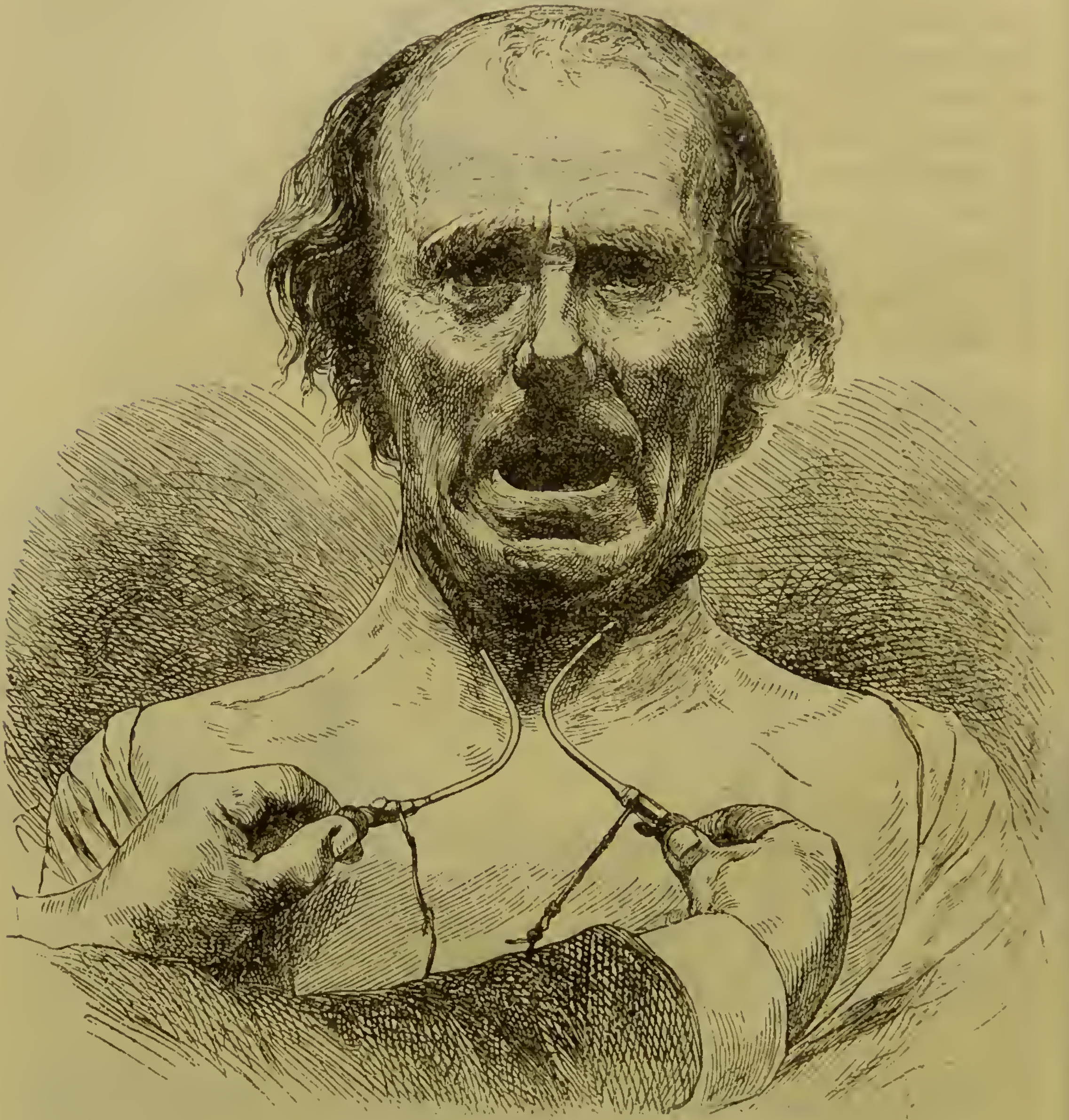


Fig. 22. Sich Entsetzender.

Stirn mit Querfalten, wenn man die Nasenzacke reizt (die Duchenne als besondern Muskel *M. pyramidalis* betrachtet wissen will), und zieht mitunter die behaarte Kopfhaut herab, wenn nicht der *M. occipitalis* die Galea nach hinten festhält. Mangelnder Tonus oder Läh-

mung des *M. frontalis* macht die Runzeln der Stirn verschwinden und veranlasst Senkung der Augenbrauen.

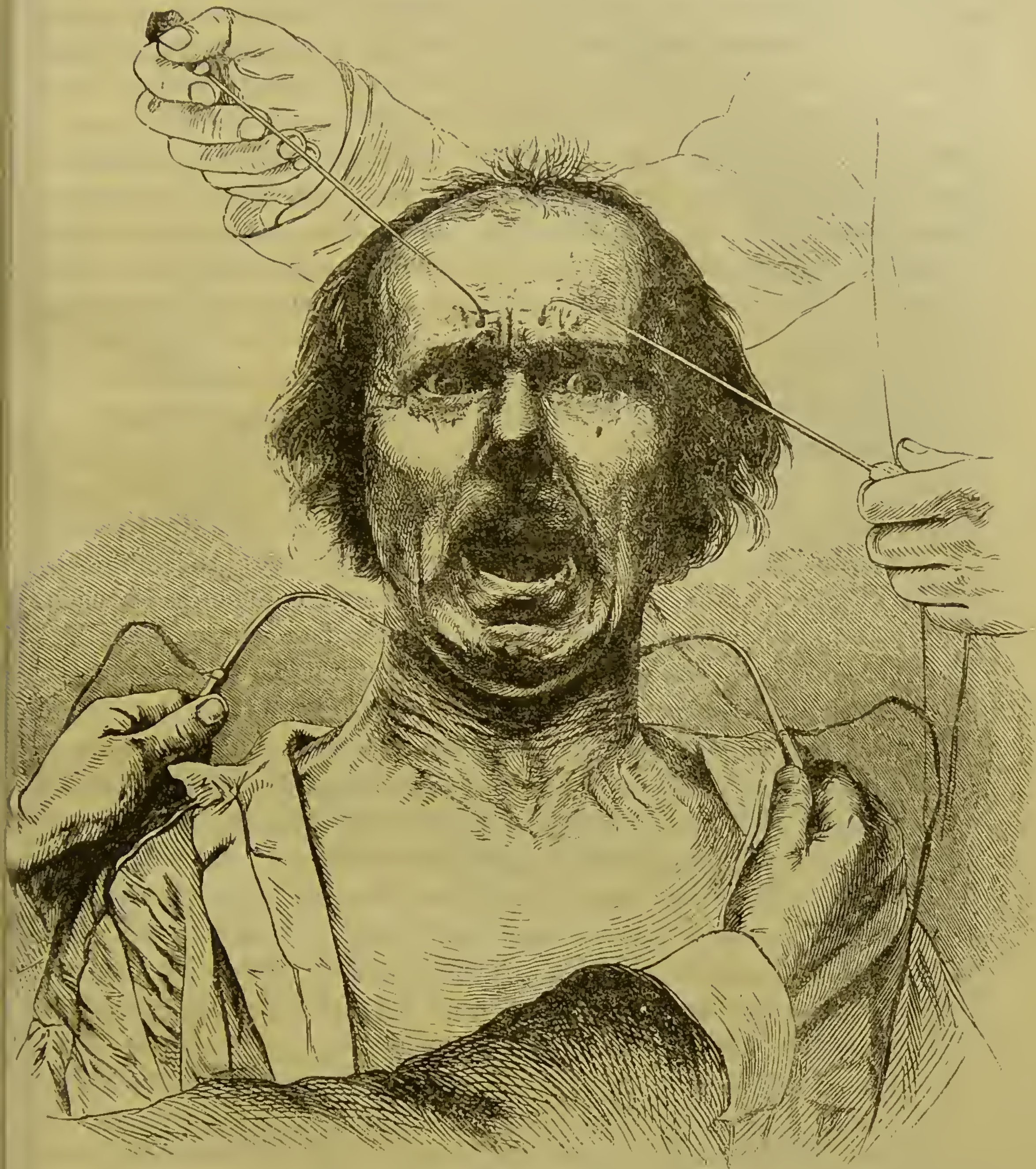


Fig. 23. Gefolterter.

M. pyramidalis nasi.

Man hat wegen des Zusammenhangs der Fasern den *M. pyramidalis* gewöhnlich als Endigung des *M. frontalis* betrachtet und beide

in eine gegenseitige Abhängigkeit gestellt oder aus ihnen einen einzigen Muskel gemacht. Besonders aber bei den Gesichtsmuskeln ist es unrichtig, ein System nach den anatomischen Verhältnissen zu begründen, denn man vermischt dabei leicht die Muskeln, die physiologisch vollkommen unabhängig sind und sich sogar entgegenwirken. Wenn man einen Stromgeber auf die Nasenwurzel setzt, wo die *Mm. pyramidales* am meisten entwickelt sind, so faltet sich die Haut quer, indem sie die Stirnhaut und die Haut des Nasenrückens in entgegengesetzter Richtung anzieht und mitunter das innere Ende der Augenbrauen senkt. Wenn der Stromgeber unter den Augenbrauen steht, so bewegt sich die Haut nur von oben nach unten, steht er über denselben, so geht sie von unten nach oben. Der Ausdruck, der durch diese entgegengesetzten Bewegungen entsteht, bildet einen schlagenden Gegensatz. Dieser Versuch beweist, dass der *M. pyramidalis* Antagonist des *M. frontalis* ist, da er das Gesicht düster macht und eine Drohung ausdrückt, während der *M. frontalis* die Züge erheitert.

M. orbicularis palpebrarum und *corrugator supercilii.*

Die Muskelfasern, welche am innern Drittel des Augenbrauenbogens liegen, runzeln und senken das Augenlid und führen es nach dem innern Rande dieses Bogens. Man muss diese Muskelfasern des *M. orbicularis* und *corrugator* wegen der Identität ihrer Wirkung als einen Muskel betrachten; auch Henle (l. c.) beschreibt nur einen *M. orbicularis* mit verschiedenen Zacken, *M. orbitalis*, *Mm. palpebrales*, *M. malaris.* Von letzterm gehen beständig einige Bündel in die Haut der Oberlippe über. Ihre isolirte Contraction drückt die Ueberlegung aus; mit dem *M. pyramidalis* verbunden drücken sie Drohung oder Bosheit aus. Die Muskelfasern, welche am äussern Drittel des Augenbrauenbogens und am obern Augenlid liegen, bewirken durch ihre Contraction die Senkung dieses Augenlides. Die Fasern der untern Hälfte des *M. orbicularis* heben bedeutend das untere Augenlid, welches sie auch durch ihren Tonus zu halten haben.

M. subcutaneus colli.

Dieser Muskel zieht den untern Theil der Gesichtshaut schief von oben nach unten und von innen nach aussen, indem er die Zähne des Unterkiefers entblösst. Er runzelt die Haut des Halses nicht; da aber seine Fasern bei ihrer Contraction geradlinig werden, so hebt er die Haut und schwellt den Hals auf. Er hat nicht genug Kraft, um den Unterkiefer zu senken, der durch den Tonus seiner kräftigen

Heber am Oberkiefer gehalten wird. Der *M. subcutaneus colli* bringt die ausdruckvollste Wirkung hervor; er contrahirt sich beim Schreck und drückt mit dem *M. frontalis* den Schrecken und mit dem *M. pyramidalis* die Wuth aus. Beim Verlust des Tonus dieses Muskels tritt der Rand des Unterkiefers noch mehr als gewöhnlich hervor.

M. triangularis nasi.

Dieser Muskel zieht die Haut der Nase schief von oben nach unten und von aussen nach innen, bildet drei bis vier mit der Richtung des Nasenrückens parallele Falten und hebt etwas den Nasenflügel; aber er ist weder Constrictor noch Dilatator des Nasenlochs. Er giebt dem Gesicht den Ausdruck der Geilheit.

M. compressor nasi.

Dieser Muskel erweitert die äussere Hälfte des Nasenlochs, ohne den Nasenflügel zu heben und von der Mittellinie zu entfernen. Verlust seines Tonus bewirkt Senkung des Nasenflügels, der sich mehr oder weniger an die Scheidewand anlegt. Dieser Muskel giebt dem Gesicht einen leidenschaftlichen Ausdruck.

M. depressor alae nasi (*myrtiformis*).

Die Muskelfasern, welche vom Nasengrübchen nach der Scheidewand und zum hintern Theil des Nasenflügels gehen, bilden zwei verschieden wirkende Muskeln. Das Bündel der Scheidewand vergrössert das Nasenloch, indem es den Knorpel des *Septum mobile* herabdrückt, desshalb nennt es Duchenne *M. dilatator internus*. Das andere Bündel zieht das hintere Ende des Nasenflügels stark nach unten und hinten; dabei vergrössert sich der Längsdurchmesser des Nasenlochs. Wenn dieser Muskel sehr entwickelt und seine Contraction energisch ist, so bildet sich eine Art Grübchen am Anfang der von der Nase nach der Lippe gehenden Linie und die Seitenwand der Nase folgt der Bewegung des Nasenflügels und plattet sich ab. Die hieraus hervorgehende Verengerung der Nasenmündung ist beträchtlich genug, um der Stimme einen näselnden Ton zu geben. Bei seiner Contraction giebt er dem Gesicht den Ausdruck des Alters.

M. zygomaticus major.

Sowohl die directe, wie die indirecte Reizung dieses Muskels gelingt sehr leicht, da man die Stromgeber sicher auf das Jochbein aufsetzen kann. Durch die isolirte Contraction dieses Muskels wird

die Commissur der Lippen nach oben und aussen gezogen; die Linie, welche die Lippen trennt, beschreibt einen Bogen, dessen Concavität nach oben geht, die Nasenlippenfurche ist wenig gekrümmt und tritt weiter zurück, der Backenknochen springt mehr hervor und die Haut, nach oben zurückgeschoben, bedeckt sich mit Falten um die Augenhöhle herum. Die Contraction dieses Muskels drückt immer Heiterkeit aus, mit der Wirkung des *M. frontalis* verbunden eine angenehme Ueberraschung, mit dem *M. latissimus colli* bewirkt er das sardonische Lächeln. Lähmung dieses Muskels veranlasst Senkung der Commissur, die sich dann der Mittellinie nähert, macht den untern Theil der Nasenlippenfurche verschwinden, senkt die Backe und zieht das untere Augenlid herab, so dass die Augen nicht mehr vollständig geschlossen werden können.

M. zygomaticus minor.

Dieser Muskel (an der Verbindung des Oberkiefers mit dem untern Jochbeinrande sicher zu faradisiren) zieht den Theil der Oberlippe, der seinem Ansatz entspricht, nach oben und etwas nach aussen. Dabei höhlt sich die Nasenlippenfurche noch mehr, die Backe wird etwas nach oben geschoben und die Augen treten zurück. Dadurch erhält das Gesicht einen verdriesslichen Ausdruck.

M. levator labii superioris alaeque nasi.

Dieser Muskel hebt zugleich den Nasenflügel und die Oberlippe. Dabei wird jedoch das Nasenloch nicht vergrössert. Doch vermindert sich die Krümmung der Nasenlippenfurche, deren Richtung mehr perpendiculär wird. Dieser Muskel contrahirt sich beim heftigen Weinen und macht die Fratze, wenn die Kinder anfangen zu grinsen.

M. orbicularis oris und *Mm. incisivi.*

Der *Sphincter* oder *M. orbicularis oris* besteht nach Henle aus den Fasern, welche die beiden *Mm: buccinatores* einander in den Lippen entgegenschicken, dabei findet ein Austausch der Fasern von oben nach unten statt, so dass die Querfasern der Oberlippe zum grossen Theil vom Unterkiefer stammen, und umgekehrt. Die in der Oberlippe dem obern Rande zunächst gelegenen Bündel setzen sich nicht continuirlich über die Medianlinie fort, sondern gehen nach dem Rande des Knorpels der Nasenscheidewand hinauf und bilden den *M. nasalis labii sup.* Andere Autoren, wie Krause und Weber, unterscheiden eine äussere oberflächliche und innere tiefe Lage des *Sphincter.*

Bei der directen Faradisation des mittlern Theils des Muskels wird die Lippe nach innen gezogen und gerunzelt, bei der Reizung des äussern Theils aber nach aussen, d. h. nach der gereizten Seite gezogen.

Die *Mm. incisivi,* welche Duchenne als einen Theil des *Sphincter* zu betrachten scheint, bewegen die Mundwinkel nach der Mittellinie. Der *M. incisivus labii sup.* entspringt zwischen dem ersten Schneide- und Eckzahn dicht über dem Alveolarrand und verliert sich in der Nähe des Mundwinkels in dem *Sphincter.* Der *M. incisivus labii inf.* entspringt am Alveolarrande des Unterkiefers unter dem Eckzahn und geht seit- und aufwärts, um in der Nähe des Mundwinkels ebenfalls mit dem *Sphincter* zu verschmelzen. Die *Mm. incisivi* runzeln bei ihrer Contraction die Lippen und bringen sie in der Mittellinie nach vorwärts, wie beim Küssen oder beim Pfeifen, sowie beim Aussprechen der Vocale o und u, der *Sphincter* aber hat dabei mit die Mundspalte eng oder geschlossen zu halten und presst die Lippen nach einwärts gegen die Zähne, wie es die Clarinettenbläser machen, um das Mundstück ihres Instrumentes zwischen den Lippen zu halten.

Das vollständige Fehlen des *M. orbicularis* giebt dem Gesicht einen fremdartigen Ausdruck. Die Lippen stehen nach vorn von den Zähnen ab, der Mund steht offen, die Wangen sind abgeplattet und mit Längsfalten gefurcht. Die Sprache ist dabei nicht gehindert, jedoch werden die Lippenlaute und die Vocale o und u schlecht ausgesprochen.

M. buccinator.

Bei der Faradisation der obern Fasern dieses Muskels wird die Unterlippe der entsprechenden Seite schief nach oben und aussen gezogen. Dabei schwillt die Wange an und die Unterlippe scheint sich in die Dicke der Wange einzusenken. Dadurch entsteht eine kleine, nach vorn gekrümmte Furche von 1—2 Centimeter, welche, von der Commissur der Lippen ausgehend, schief nach aussen verläuft. An der Commissur der Lippen entsteht durch diese Furche ein kleines Grübchen, das dann leicht nach aussen und oben gezogen wird. Bei der Faradisation der untern Fasern des *M. buccinator* wird die entsprechende Seite der Oberlippe nach unten und aussen gezogen; allein diese Bewegung ist beschränkter als die vorhergehende. Die Contraction des ganzen Muskels zieht die Commissur der Lippen stark nach aussen und bildet einige Längsfalten auf der Wange, die dem Gesicht einen alten Ausdruck geben. Zum Austreiben der Luft aus der Mundhöhle beim Blasen trägt der *M. buccinator* nichts bei. Bei einigen Personen

contrahirt sich der *M. zygomaticus major* synergisch mit dem *M. buccinator* und bewirkt dann ein graciöses Lächeln.

M. levator menti.

Bei schwacher Faradisation dieses Muskels wird nur das Kinn gehoben, bei stärkerer auch die Unterlippe. Dabei wendet sich diese nach aussen und die Oberlippe hebt sich etwas, so dass die Lippen sich nach vorwärts bewegen. Das Wenden der Unterlippe wird nur durch das Begegnen der beiden Lippen hervorgebracht, denn wenn die Kiefern von einander entfernt sind, findet das Umwenden der Unterlippe nicht mehr statt. Dieser Muskel ist mit der Haut des Kinnes mehr oder minder fest verbunden und erzeugt das Grübchen am Kinn.

Ohne den *M. levator menti* wird das Aussprechen der Lippenlaute erschwert, wie dies bei doppelter Lähmung dieses Muskels vorkommt. Die Kranken, welche mit dieser Affection behaftet sind, runzeln beim Aussprechen der Lippenlaute die Lippen, und unterstützen auch ihr Kinn mit der Hand, um die Aussprache zu erleichtern.

M. triangularis menti.

Dieser Muskel senkt die Commissur der Lippen und verringert mehr oder weniger die Krümmung der Nasenlippenfurche, da sich die Fasern dieses Muskels nach dem Ursprung des *M. zygomaticus* begeben; die Linie, welche die Lippen trennt, beschreibt dann einen nach unten gehenden Bogen. Bei geringer Contraction drückt er die Traurigkeit aus, bei stärkerer den Ekel.

M. auricularis posterior (retrahens auriculae).

Bei der Faradisation dieses Muskels wird die Ohrmuschel schief nach hinten und oben gezogen, niemals gerade nach hinten. Der *Tragus* wird in derselben Richtung gezogen und legt sich vor den äussern Gehörgang, dessen Querdurchmesser vergrössert wird.

M. auricularis superior und *anterior (attollens* und *attrahens auriculae).*

Der *M. auricularis superior* hebt das Ohr, der *anterior* zieht es nach oben und vorn, niemals gerade nach vorn. Der *M. auricularis superior* ist nur selten durch die Faradisation nachweisbar. Bei der Hebung des Ohres vergrössert sich der Längsdurchmesser der Gehörmündung beträchtlich. Die drei *Mm. auriculares* dienen also zur Erweiterung der Gehörmündung, haben aber keinen Einfluss auf die Erhabenheiten der Ohrmuschel und verändern deren Stellung gegen den Kopf nicht.

Die Muskeln der Ohrmuschel, zunächst die Muskeln des *Tragus* und *Antitragus* bewegen diese Knorpel etwas und haben die Bestimmung, das Gehör gegen zu lebhafte Einflüsse zu schützen, da sie die Gehörmündung etwas bedecken können. Die Muskeln des *Helix* dagegen scheinen zur Erweiterung des Gehörganges bestimmt zu sein. Ziemssen fand, dass durch diese Muskeln die *Concha* ein wenig von oben nach unten verengert wird.

Faradisation der Nerven und Muskeln des Kehlkopfs.

Seit Einführung der Laryngoskopie ist die isolirte Erregung der innern Kehlkopfsmuskeln vom Pharynx aus von wissenschaftlicher und praktischer Bedeutung geworden. Ziemssen hat die Methode der directen elektrischen Reizung der Kehlkopfsmuskeln, deren Anwendung genaue anatomische Kenntnisse, Gewandtheit im Laryngoskopiren und Geduld und Ausdauer, auch seitens der Versuchspersonen, erfordert, ausgebildet und ist zu folgenden Resultaten gelangt.

Der *M. arytaenoideus* (*transversus)* ist mit der sondenförmigen, leicht gebogenen und bis an den Knopf isolirten Elektrode leicht zu erreichen. Durch seine Contraction wird die hintere Fläche der gegeneinander gepressten Giesskannenknorpel bauchig vorgewölbt, wobei darauf zu achten ist, dass die Elektrodenspitze nicht zur Seite abgleitet. Dehnung des Muskels ist die gewöhnliche Ursache der Aphonie.

Der *M. crico-arytaenoideus lateralis* (ziemlich schwierig in der Tiefe des *Sinus pyriformis* zu treffen) bewirkt leichte Rotation der Giesskannenknorpel nach vorn und innen.

Der *M. thyreo-arytaenoideus externus*, ebenso wie der *internus,* bewirkt bei seiner Contraction Verziehung der Giesskannenknorpel nach vorn und unten. Der *M. crico-arytaenoideus posticus* (von der hinteren Ringknorpelfläche zu reizen) bewirkt bei seiner Contraction schwache Rotation der Giesskannenknorpel um ihre Axe nach aussen und zugleich Verziehung derselben nach hinten und aussen, so dass die Glottis vollständig geöffnet wird.

Die Muskeln des Kehldeckels können entweder direct oder durch Reizung des *Ram. int. N. laryngei sup.* auf seinem Wege durch den *Sinus laryngo-pharyngeus* in Erregungszustand versetzt werden. Der *N. vagus* kann nach Duchenne vom *Oesophagus* aus oder nach Brenner durch Aufsetzen der Anode am Nacken und der Kathode zwischen Kehlkopf und *M. sternocleidomastoideus* gereizt werden.

Die *Nn. laryngei* können ebenfalls bei magern Personen durch percutane Elektrisirung direct gereizt werden, ebenso die *Mm. crico-*

thyreoidei, welche von den zu beiden Seiten des *Ligamentum conoideum* aufgesetzten Elektroden zur kräftigen Contraction gebracht werden.

II.

Elektrophysiologie der Muskeln, welche den Daumen und die Finger der Hand bewegen.

1. *M. extensor digitorum communis, Extensor digiti minimi* und *indicis proprius*

Wenn man bei Flexionsstellung der Hand und Finger die Extensoren der Finger faradisirt, so strecken sich zuerst die beiden letzten Phalangen, dann die ersten nach den Mittelhandknochen zu und zuletzt tritt die Extension des Carpus nach dem Vorderarm zu ein. Die beiden letzten Phalangen bleiben gestreckt, bis der Metacarpus einen Winkel mit dem Vorderarm bildet. Von da an beugen sie sich und

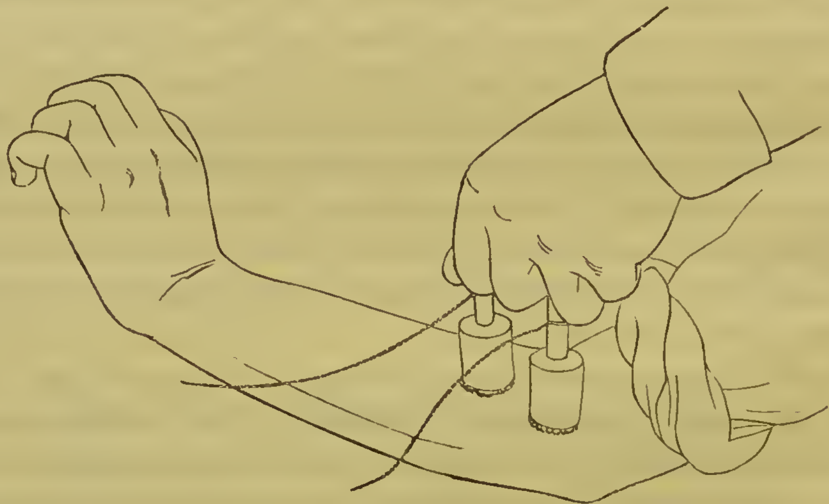


Fig. 24.

nur die ersten Phalangen strecken sich noch mehr. Es zeigt sich also, dass die Wirkung der langen Strecker der Finger auf die letzten Phalangen sehr schwach ist. Um dies noch besser darzuthun, lässt man den Metacarpus eines Subjects stark nach dem Vorderarm zu gebeugt halten, wie in vorstehender Fig. 24, und bringt die Extensoren der Finger faradisch zur Contraction, indem man die Stromgeber auf den Muskelbauch des *M. extensor digitorum communis* setzt: man sieht dann die ersten Phalangen sich ausstrecken, während die beiden letzten Phalangen in Flexion bleiben. Die Wirkung der Extensoren auf die letzten Phalangen ist demnach sehr beschränkt, und

wenn diese Muskeln die einzigen Extensoren der Finger wären, so würden diese eine klauenartige Stellung annehmen, wenn das Handgelenk nach dem Vorderarm zurückgebogen wird. Die Beugungsstellung der beiden letzten Phalangen, die man in diesem Fall bemerkt, hängt von dem tonischen Widerstand des *M. flexor sublimis* und *profundus* ab, welchen die Extensoren nicht überwinden können.

Ferber und Gasser[1]) haben in neuester Zeit experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Fingerstrecker angestellt. Sie stimmen danach Luschka bei, welcher sagt: die Wirkung des *Extensor digitor. commun.* spricht sich in Streckung der betreffenden Finger aus, welche dieselben dann aber nicht in ihrer Gesammtheit betrifft, wenn einzelne Gelenke durch die Antagonisten daran gehemmt sind. So kann z. B. die erste Phalange gestreckt und gleichzeitig die zweite und dritte gebeugt, oder die erste gebeugt und die folgenden gestreckt werden.

Die langen Extensoren der Finger strecken nicht nur die ersten Phalangen, sondern spreizen sie dabei auch auseinander, wenn sie vorher in der Flexionsstellung einander genähert waren. Man kann bei einiger Uebung mit kleinen Elektroden einzelne Muskelfasern des *M. extensor comm.* faradisch reizen und beobachtet dabei, dass die zum Zeigefinger gehenden Fasern des Extensor diesen dem Daumen nähern, dass die Extensorfasern des Mittelfingers keine Seitenbewegung hervorbringen und dass die Extensorenfasern für den vierten und kleinen Finger diese nach der *Ulna* zu bewegen. Beschränkt man die elektrische Reizung auf die *Mm. extens. proprii*, so bewegt sich der Zeigefinger nach aussen hin und der kleine Finger entfernt sich vom vierten Finger viel mehr, als dies durch die Contraction der vom *M. extensor communis* zu ihm gehenden Fasern geschieht. Die isolirte (auch extramusculäre) Reizung dieser *Mm. extens. proprii* ist ziemlich schwierig, indess giebt es Personen, bei denen die Muskelfasern des *M. extensor communis* nicht weit herabgehen, so dass man leicht die tief liegenden *M. extensores proprii* erreichen kann, ohne die oberflächlichen Muskeln zu reizen.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass der *M. extensor communis* und die *M. extensores proprii* nicht nur die ersten Phalangen strecken, sondern auch die Finger von dem feststehenden Mittelfinger seitlich bewegen, und man kann somit nach Cruveilhier den Mittelfinger als die Axe der Hand betrachten.

---

[1]) Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. B. VII. 1. H. S. 140.

2. *M. flexor sublimis* und *profundus.*

Die Faradisation des *M. flexor sublimis* und *profundus* bewirkt die Beugung der beiden letzten Phalangen; die Beugung der ersten Phalangen ist nur sehr schwach und secundär, weil diese Bewegung gewöhnlich erst dann eintritt, wenn jene Muskeln schon verkürzt sind.

Wenn man bei sehr gestreckter Stellung der Hand und der beiden letzten Phalangen die Flexoren der Finger faradisirt, indem man die Stromgeber genau auf den Muskelbauch aufsetzt, so werden die ersten Phalangen kräftig gebeugt. Sind dagegen die Finger sich selbst überlassen, so beugen sich zuerst die beiden letzten Phalangen und dann die ersten, jedoch nicht sehr kräftig.

Wenn man zugleich die Extensoren und Flexoren der Finger durch einen gleichstarken Strom zur Contraction bringt, so strecken sich die ersten Phalangen, während die beiden letzten gebeugt werden, weil die Flexoren auf die ersten Phalangen nicht kräftig genug einwirken, um als Antagonisten oder Moderatoren der Extensoren der Finger dienen zu können.

Wenn der *M. flexor profundus* beim Beginn einer durch Faradisation erzeugten Contraction schon verkürzt ist, so verringert sich seine Einwirkung auf die letzte Phalanx beträchtlich, denn wenn man bei starker Beugung der Hand oder der Finger diesen Muskel zur Contraction bringt, so beugt sich die letzte Phalanx wenig oder gar nicht, sondern nur die zweite und zwar mit Mühe und schmerzhafter Empfindung. Aus diesem Grunde contrahiren sich ohne Zweifel die Extensoren der ersten Phalangen synergisch, wenn eine willkürliche Beugung der letzten Phalangen stattfindet, und diese scheinbar sich widerstrebenden Bewegungen sind nothwendig für den Gebrauch der Hand, worauf wir später zurückkommen.

3. *Musculi interossei* und *lumbricales.*

Die elektrische Reizung dieser Muskeln bringt nach einander drei Bewegungen hervor: 1) bei mässigem Strom wird der Finger in Adduction oder Abduction gestellt (je nach der besondern Lage des der Faradisation unterworfenen Muskels); 2) bei stärkerem Strom strecken sich die dritte und zweite Phalanx; 3) zu gleicher Zeit beugt sich die erste Phalanx. Die beiden letzten Bewegungen rühren von der Contraction der vier Lumbricalmuskeln her, von welcher nur der erste eine schwache Abduction des Fingers erzeugt.

Die *Mm. interossei*, welche die Finger vom Ulnarrande der Hand entfernen, führen diese Abductionsbewegung vollständiger aus, als die,

welche sie ihm zu nähern haben. Die Adductoren dagegen, obwohl als solche schwächer, strecken die beiden letzten Phalangen kräftiger aus, als die Abductoren.

Wir sahen oben, dass die Kraft der langen Extensoren sich nur auf die ersten Phalangen erstreckt und dass sie zu schwach ist, um den tonischen Widerstand zu überwinden, welchen die Flexoren der Ausstreckung der beiden letzten Phalangen entgegensetzen. Nur die *Mm. interossei* und *lumbricales* können diesen Widerstand überwinden. Diese kleinen Muskel führen die Extension dieser Phalangen so kräftig aus, dass sie als deren wirkliche Extensoren betrachtet werden müssen, und die vom Vorderarm kommenden langen Extensoren nur als schwache Helfer gelten können.

Wenn man das oben beschriebene Experiment (Fig. 24) wiederholt (wo durch die elektrische Contraction der Extensoren nur die Ausstreckung der ersten Phalangen eintrat) und auf den *M. interosseus adductor* des Mittelfingers kleine Stromgeber eines zweiten Inductionsapparates hält, wie in Fig. 25, so strecken sich auch die beiden



Fig. 25.

letzten Phalangen dieses Fingers durch die Contraction seines *M. interosseus*. Ebenso kann man die Extension der beiden letzten Phalangen der andern Finger bewirken.

Man kann leicht durch die Faradisation darthun, dass die *Mm. interossei* und *lumbricales* die ersten Phalangen viel kräftiger beugen, als es der *M. flexor sublimis* und *profundus* thun. Aus den pathologischen Fällen wird man die Wichtigkeit dieser Functionen der *Mm. interossei* und *lumbricales* erkennen, die für die tonische Kraft der Extensoren das Gleichgewicht bilden.

Die *Mm. interossei* und *lumbricales* können die beiden letzten Phalangen nicht ausstrecken, ohne die ersten zu beugen, und umgekehrt. Man muss hier ein unbekanntes anatomisches Verhältniss annehmen, welches diese Muskeln zu gleicher Zeit zwei entgegengesetzte Bewegungen ausführen lässt.

Der Nutzen dieser scheinbar sich widerstreitenden Bewegungen der ersten und beiden letzten Phalangen ist sehr gross und sie sind beim Schreiben, Zeichnen u. s. w. äusserst wichtig. Wenn man z. B. die Bewegungen eines Zeichners analysirt, wenn er seinen Bleistift zwischen dem Daumen und den beiden ersten Fingern hält, so bemerkt man zwei Bewegungen, die eine, welche den Strich von vorn nach hinten zieht und die andere in entgegengesetzter Richtung.

1) Bewegung, welche den Strich von vorn nach hinten zieht. — Die beiden letzten Phalangen, welche den Bleistift führen müssen, sind anfänglich gegen die ersten Phalangen gestreckt, und diese gegen ihren Metacarpusknochen im rechten Winkel gebeugt. Will man nun einen Strich von vorn nach hinten ziehen, so beugen sich die beiden letzten Phalangen des Zeige- und Mittelfingers, während sich deren erste Phalangen auf den Metacarpus ausstrecken.

Das Maximum der Ausdehnung dieses Zuges ist beim Erwachsenen im Durchschnitt 5 Centimeter und rührt zum grossen Theil von der Extension der ersten Phalangen her, denn wenn man dieser einen Widerstand entgegensetzt und sie gebeugt erhält, so reicht die Ausdehnung des Zuges nicht über $1^1/_2$ — 2 Centimeter.

Diese Bewegungen werden durch die synergischen Contractionen des *M. flexor digitorum profundus* und des *M. extensor* hervorgebracht. Wenn diese Muskeln auf alle drei Phalangen mit gleicher Kraft wirkten, so würden diese synergischen Contractionen nicht eintreten können, ohne einen beträchtlichen Antagonismus überwunden zu haben; der *Extensor digitorum* würde die erste Phalanx nicht ausstrecken können, ohne der Beugung der beiden letzten zu widerstreben und deren Beugung würde die Extension der ersten Phalangen hindern. Wenn dieser Muskelantagonismus stattfände, so würden zu seiner Ueberwindung so starke Anstrengungen nöthig sein, dass dadurch die Leichtigkeit und Geschicklichkeit der Finger verloren gehen müsste.

2) Bewegung, welche den Strich von hinten nach vorn zieht. — Der Mechanismus dieser Bewegung ist natürlich der vorigen entgegengesetzt, d. h. die ausgestreckten ersten Phalangen beugen sich und die gebeugten letzten Phalangen strecken sich. Der *M. flexor* und *extensor* haben gar keinen Theil an dieser Bewegung, sondern

nur die *Mm. interossei* und *lumbricales,* wie aus folgendem Versuch ersichtlich ist.

Die beiden letzten Phalangen der Finger und des Daumens, welche den Bleistift halten, werden soviel als möglich gebeugt; setzt man nun die Elektroden abwechselnd auf die *Mm. interossei* und *lumbricales* des Zeige- oder Mittelfingers, so sieht man, wie die Finger den Bleistift unwiderstehlich nach vorn stossen, indem jede Phalanx die oben beschriebenen Bewegungen ausführt. Wenn man zu gleicher Zeit die Muskeln des Daumenballens faradisirt, so folgt der Daumen genau den Bewegungen der Finger. Wird dagegen der Bleistift, wie beim vorigen Versuch, zwischen den Fingern gehalten und reizt man die langen Extensoren isolirt oder mit den Flexoren zu gleicher Zeit, so strecken sich die ersten Phalangen stark, während sich die letzten noch mehr beugen und der Bleistift aus den Fingern fällt.

4. *Abductor pollicis longus, Extensor pollicis brevis* und *longus, Flexor pollicis longus.*

Diese Muskeln sind zwar im Normalzustand etwas schwer zu isoliren, indess gelingt diess bei einiger Uebung, auch hat sich bei partiellen Paralysen Gelegenheit geboten, sie einzeln zu faradisiren.

Abductor pollicis longus. — Wenn der Daumen und der erste Metacarpusknochen dem zweiten genähert sind und man den *Abductor longus* zur Contraction bringt, so stellt sich der erste Metacarpusknochen schief nach aussen und vorn, indem er sich nach dem Carpus zu beugt. Die Phalangen des Daumens sind während dieser Bewegung leicht gebeugt und stehen nach aussen vom Zeigefinger ab. Setzt man die Faradisation dieses Muskels noch weiter fort, so wird die ganze Hand nach dem Vorderarme gebeugt und etwas abducirt, aber niemals tritt Supination ein.

Extensor pollicis brevis. — Wird bei der vorigen Stellung des Daumens der *Extensor brevis* zur Contraction gebracht, so wird der erste Mittelhandknochen gerade nach aussen gezogen, wobei die erste Daumenphalanx sich streckt, die zweite sich beugt. Dauert die Contraction fort, so wird die Hand abducirt, aber weder gebeugt noch supinirt.

Extensor pollicis longus. Wenn die beiden Phalangen des Daumens gebeugt und der erste Mittelhandknochen schief nach aussen und vorn stehen, so bemerkt man bei der Contraction des *Extensor longus* zwei gleichzeitige Bewegungen, nämlich eine Streckung der beiden Phalangen und eine schief nach innen und hinten gerichtete

Bewegung des ganzen Daumens. Beim Maximum der Contraction bewirkt er, dass der Daumen einen scharfen Winkel mit der Handwurzel bildet und dessen letzte Phalanx sich hinter der Ebene des Metacarpus befindet. Niemals aber entsteht durch seine Contraction eine Supination.

Flexor pollicis longus. Die Contraction dieses Muskels wirkt nur schwach flectirend auf die erste Phalanx. Die Abduction des Daumens kommt also dem *Extensor brevis* zu, während der *Abductor longus* den Daumen nach vorn und aussen zieht, also eigentlich *Flexor* des Daumens ist; der *Extensor longus* streckt nicht nur die beiden Phalangen, sondern adducirt und streckt auch den ersten Mittelhandknochen, bringt aber keine Supination hervor.

5. Muskeln des Daumenballens: *Mm. abductor brevis, flexor brevis, adductor* und *opponens pollicis.*

Die Muskelfasern, welche den *Abductor brevis, Flexor brevis* und *Adductor pollicis* bilden, hat man willkürlich als drei Muskeln unter-



Fig. 26.

schieden; sie zerfallen jedoch ihrer Wirkung nach eigentlich nur in zwei Muskeln, deren Functionen wir hier betrachten werden.

A. Muskelfasern, welche zur äussern Seite der ersten Daumenphalanx gehen und aus dem *Abductor brevis* und einem Theil des *Flexor brevis* gebildet werden.

Wenn man dieses Muskelbündel bei natürlicher Stellung des Daumens faradisirt, so erfolgen drei verschiedene Bewegungen. Der erste Mittelhandknochen wird nach vorn und innen (in die Flexion und Adduction) gebracht. Die erste Phalanx beugt sich und neigt sich durch eine leichte Drehung von innen nach aussen, so dass ihre vordere Seite der Volarfläche der Finger gegenüber steht. Die zweite

Phalanx streckt sich, wenn sie vorher gebeugt war (siehe Fig. 26 und 27). Wenn der erste Mittelhandknochen sich während des Versuches in Abduction befindet, so ist seine Adductionsbewegung grösser und findet durch eine Art von Drehung statt.

B. Muskelfasern, welche sich an das innere Sesambeinchen des Daumens ansetzen, von einem Theil des *Flexor brevis* und dem *Adductor pollicis* gebildet.

Bei der Faradisation dieser Fasern wird der erste Mittelhandknochen nach dem zweiten hingezogen und stellt sich nach innen vor diesen. Je nach der Stellung, in welcher sich der erste Mittelhandknochen beim Beginn der Contraction befindet, ist die Richtung dieser Bewegung verschieden. War er abducirt, so bewegt er sich von aussen nach innen; war er gebeugt, so streckt er sich; war er adducirt, so wird er nach aussen vom zweiten Mittelhandknochen geführt. Man sieht daraus, dass der sogenannte *Adductor pollicis* auch *Extensor* und *Abductor* ist. Der Daumen folgt passiv den Bewegungen des ersten Mittelhandknochens, aber zu gleicher Zeit beugt sich die erste Phalanx und die zweite streckt sich.

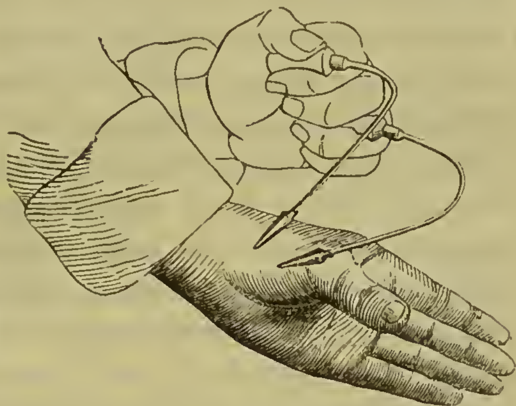


Fig. 27.

C. *Opponens pollicis.*

Der *Opponens* beugt den ersten Mittelhandknochen und adducirt ihn zugleich, wirkt jedoch nicht auf die Phalangen des Daumens. Bei der stärksten Contraction dieses Muskels wird der erste Mittelhandknochen in dieselbe Ebene mit dem zweiten gestellt und das Ende des Daumens, wenn dieser durch keinen andern Muskel bewegt wird, befindet sich nach aussen vom Zeigefinger und seine Volarseite nach innen.

Alle diese Versuche zeigen, dass in gewisser Beziehung eine grosse Analogie besteht zwischen der Wirkung dieser Muskeln auf den Daumen und der Wirkung der *Interossei* auf die Phalangen der Finger. Alle diese Muskeln beugen die ersten Phalangen und bringen sie in Adduction oder Abduction und strecken die letzten Phalangen, welche der Bewegung der ersten

Phalangen folgend, ebenfalls eine seitliche Bewegung erhalten.

Um diese Abductions- oder Adductionsbewegungen, welche die Phalangen des Daumens durch die nach der inneren oder äusseren Seite der ersten Phalanx gehenden Muskelfasern ausführen, recht deutlich zu machen, muss man den ersten Mittelhandknochen in der grössten Abduction halten; der Daumen ist dann in seiner natürlichen Stellung. Hierauf setzt man die Stromgeber abwechselnd auf die Muskelbündel, welche nach jeder Seite der ersten Daumenphalanx gehen. Im Moment, wo sich die Fasern der äussern Seite contrahiren, beugt sich die erste Phalanx und zugleich neigt sich der Daumen nach dem kleinen Finger hin und beschreibt mit seiner Spitze einen Bogen von 4—5 Centimeter. Faradisirt man bei dieser Stellung des Daumens die zum innern Sesambeinchen gehenden Fasern, so geht der Daumen wieder in seine natürliche Stellung zurück und neigt sich etwas nach seinem innern Rand. Hierbei streckt sich die letzte Phalanx und die erste macht seitliche Bewegungen. Reizt man zu gleicher Zeit die Fasern beider Seiten, so beugt sich die erste Phalanx ohne Seitenbewegung und Drehung, während sich die zweite streckt.

Drei Muskeln des Daumenballens sind demnach Adductoren und Flexoren des ersten Mittelhandknochens: der *Opponens*, der *Abductor brevis* und ein Bündel des *Flexor brevis.*

Von den beiden Muskelbündeln, welche die erste Phalanx seitlich nach dem kleinen Finger hin neigen, führt das dem *Flexor brevis* angehörende diese Bewegung kräftiger aus, als das, welches den *Abductor brevis* bildet. Man sieht in Fig. 27, dass der *Abductor brevis* bei faradischer Reizung den Daumen nur gegen Zeige- und Mittelfinger, der *Flexor brevis* aber gegen alle vier Finger opponirt (siehe Fig. 26).

Die letzte Phalanx des Daumens hat drei Extensoren, die in verschiedenem Sinne wirken. 1) Der *Extensor longus* streckt den ersten Mittelhandknochen und zugleich die beiden Phalangen des Daumens; 2) der *Adductor pollicis* nähert den ersten Mittelhandknochen dem zweiten, neigt die erste Phalanx nach ihrem innern Rand hin und streckt die zweite Phalanx; 3) der *Abductor longus* und *Flexor brevis* beugen den Mittelhandknochen und die erste Phalanx und strecken die letzte Phalange.

Diese drei Extensoren sind nothwendig, damit die erste Phalanx sich strecken kann, eben sowohl, wenn der Daumen sich den Fingern entgegenstemmt als auch bei offner Hand, als auch bei der Näherung

des Daumens an den Zeigefinger. Wenn der *Extensor longus* allein diese zweite Phalanx streckte, so würde dies bei der so wichtigen Opposition des Daumens sehr schwierig sein, weil der *Extensor longus* dem Mittelhandknochen die entgegengesetzte Richtung giebt.

WINSLOW betrachtete den ersten Mittelhandknochen als die erste Phalanx des Daumens. In der That wird bei den Hauptbewegungen der Hand der erste Mittelhandknochen abducirt, während sich die letzte Phalanx beugt, und umgekehrt. (Die Abduction des ersten Mittelhandknochens ist der Beugung der Daumenphalangen entgegengesetzt, ebenso wie die Streckung der ersten Phalanx der Finger der Beugung der beiden letzten Phalangen entgegengesetzt ist.) Die erste Phalanx des Daumens bewegt sich in einer der zweiten entgegengesetzten Richtung; jedoch sind diese Bewegungen schwach.

Um den Mechanismus dieser Bewegungen besser verständlich zu machen, wollen wir wie bei den Fingern die Bewegungen des Daumens beim Schreiben und Zeichnen analysiren.

Beim Strich von vorn nach hinten wird die letzte Phalanx des Daumens gebeugt und die erste gestreckt, während der erste Mittelhandknochen abducirt wird; beim Strich von hinten nach vorn findet das Gegentheil statt. Der Mechanismus dieser Bewegungen ist genau derselbe wie bei den Fingern, welche die Feder oder den Bleistift führen; man sieht auch dieselbe Unabhängigkeit bei den sich widerstreitenden Bewegungen. In der That sind der *Abductor longus* und *Extensor brevis pollicis*, welche die Abduction des ersten Mittelhandknochens und die Streckung der zweiten Phalanx hervorbringen, keine Antagonisten des *Flexor longus pollicis*; anderseits bewirken der *Abductor* und *Flexor brevis*, wie die *Interossei*, zugleich Beugung der ersten Phalanx, Streckung der zweiten und Adduction des ersten Mittelhandknochens. Der *Extensor longus* könnte zufolge seiner Wirkung auf die beiden Phalangen und den ersten Mittelhandknochen diesen Mechanismus stören; glücklicherweise jedoch bleibt er diesen Bewegungen vollkommen fremd.

Der *Abductor* und *Flexor brevis digiti minimi* beugen wie beim Daumen die ersten Phalangen und strecken die letzten, indess nicht sehr kräftig.

Die elektrophysiologischen Versuche bedurften **pathologischer Thatsachen**, um daraus sichere Schlüsse zu ziehen, z. B. für die natürliche Stellung der Hand. Die im Folgenden angeführten pathologischen Thatsachen bieten zugleich ein grosses praktisches Interesse und zeigen ebenso wie die elektrophysiologischen Versuche, dass die Extensoren

der Finger nicht die einzigen Muskeln sind, welche die Streckung der letzten Phalangen bewirken.

Bei Lähmung der Extensoren (z. B. bei Bleilähmungen) werden die ersten Phalangen gebeugt und es erscheint die Extension der letzten Phalangen sehr beschränkt, vorzüglich wenn das Handgelenk durch die Lähmung der Extensoren ebenfalls gebeugt ist. Hält man nun aber die ersten Phalangen und das Handgelenk möglichst ausgestreckt, um die Wirkung der gelähmten Extensoren zu ersetzen wie in Fig. 28 und lässt den Kranken die beiden letzten Phalangen beugen und strecken, so kann er diess ebenso kräftig und vollständig, als wenn die Paralyse der langen Extensoren nicht vorhanden wäre.



Fig. 28.

Die *Interossei* und *Lumbricales* können trotz der Lähmung der langen Extensoren die beiden letzten Phalangen strecken.

Wenn man die (z. B. bei Bleilähmung) gelähmten langen Extensoren faradisirt, so erfolgt keine Contraction und die Phalangen bewegen sich nicht. (Bei Bleilähmungen geht nämlich die elektrische Contractilität verloren.) Faradisirt man dann zugleich die *Interossei* (vgl. Fig. 25), so strecken sich die beiden letzten Phalangen kräftig und zwar bei jeder Stellung der ersten Phalangen und der Mittelhandknochen.

Die Lähmung oder Atrophie der Extensoren erschwert sogar die Beugung der beiden letzten Phalangen.

In Folge der Lähmung der Extensoren der Finger und besonders wenn sie mit Lähmung der Extensoren des Handgelenks verbunden ist, wird die Beugung der letzten Phalangen schwierig, wo nicht unmöglich. Das Handgelenk ist dann nach dem Vorderarm gebeugt und die ersten Phalangen nach dem Mittelhandknochen geneigt. Will der Kranke die Hand schliessen, so beugen sich die zweiten Phalangen und die dritten bleiben gestreckt; er kann keinen kräftigen Druck ausüben. Die Ursache dieser Schwäche ist die Verkürzung der Flexoren; denn wenn man die ersten Phalangen und das Handgelenk gestreckt hält, so kann der Kranke die Hand, wie im Normalzustand,

durch die Contraction der Flexoren schliessen. Daraus erklärt sich auch, dass die Beugung der letzten beiden Phalangen eine synergische Contraction der Extensoren nothwendig macht.

Die Kenntniss des Mechanismus der Bewegungen beim Schreiben, Zeichnen u. s. w. erklärt die pathologische Erscheinung, dass Kranke mit gelähmten Extensoren nur noch Züge von 1—1½ Centimeter Länge ausführen können. Man erinnert sich, dass der beim Schreiben, Zeichnen u. s. w. 5 Centimeter im durchschnittlichen Maximum lange Strich zum grössten Theil durch die Extension und Flexion der ersten Phalangen zu Stande kommt. Es ist klar, dass wenn die ersten Phalangen unbeweglich bleiben, die Striche nicht so lang gemacht werden können.

Die Lähmung oder Atrophie des *Flexor sublimis* und *profundus* hindert die Beugung der ersten Phalangen nicht, da diese kräftig durch die *Interossei* und *Lumbricales* ausgeführt wird und der *Flexor sublimis* und *profundus* nur schwach auf die ersten Phalangen wirken.

Die Wirkung der *Interossei* als Extensoren der beiden letzten Phalangen wird durch die tonische Kraft des *Flexor sublimis* und *profundus* moderirt; sind diese aber atrophirt, so strecken sich die beiden letzten Phalangen durch die *Interossei* und zwar um so mehr, als die Flexoren atrophirt sind. In der Fig. 29 sieht man den höchsten Grad der daraus entstehenden Deformität. In diesem Falle waren die beiden letzten Phalangen des dritten und vierten Fingers nach der ersten Phalanx zurückgebogen und das Köpfchen derselben machte einen Vorsprung nach vorn. Es zeigte sich durch die elektromusculäre Untersuchung, dass die beiden Flexorenbündel des dritten und vierten Fingers vollständig verschwunden waren. (Manche Subjecte können übrigens willkürlich einen leichten Grad dieser Difformität hervorbringen.)



Fig. 29.

Die Lähmung oder Atrophie der *Interossei* oder *Lumbricales* macht die Streckung der beiden letzten Phalangen und die Beugung der ersten Phalangen fast unmöglich, auch wenn die langen Beuger und Strecker tüchtig

sind. Bei Kranken, die an Lähmung oder Atrophie der *Interossei* leiden, sind die Zwischenknochenräume der Hand vollkommen hohl; die Faradisation der *Interossei* und *Lumbricales* bringt eine kaum merkliche Abduction und Adduction der Finger hervor; am Vorderarm aber reagiren die Muskeln bei der Faradisation. Wenn man den Kranken die Finger strecken lässt, so strecken sich nur die ersten Phalangen übermässig, die beiden letzten Phalangen aber beugen sich, selbst bei Flexionsstellung des Handgelenks. Wenn die Kranken die Hand schliessen wollen, so beugen sich die letzten beiden Phalangen kräftig, die ersten jedoch neigen sich kaum und es kann daher nur ein sehr schwacher Handdruck ausgeübt werden. Dieser wird kräftiger, wenn die Kranken das Handgelenk dabei strecken, weil dann die Flexoren beim Beginn der Contraction verlängert werden und so kräftiger wirken.

Die Lähmung oder Atrophie der *Interossei* und *Lumbricales* verändert und stört wesentlich die Stellung der Finger in der Ruhe, was dafür spricht, dass diese Muskeln die einzigen Antagonisten der Extensoren für die ersten Phalangen und der Flexoren für die beiden letzten Phalangen sind.

Im Zustand der Ruhe werden die Phalangen durch das Gleichgewicht der Extensoren und Flexoren leicht gebeugt gehalten. Atrophiren die *Interossei* und *Lumbricales*, so geht das Gleichgewicht verloren und die Finger nehmen eine fehlerhafte Stellung an. Die

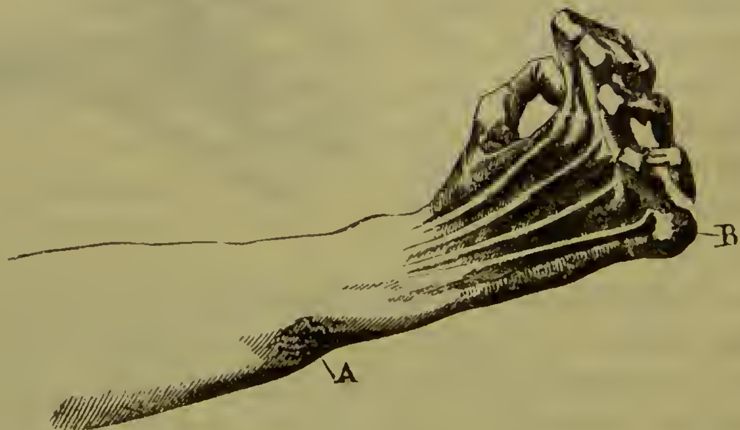


Fig. 30.

beiden letzten Phalangen bleiben gebeugt und die ersten gestreckt, so dass endlich bei willkürlichen Streckungsversuchen eine klauenartige Form entsteht.

Bei einem Kranken Duchenne's, Albert Musset, waren in Folge einer Verletzung des *N. ulnaris* die Muskeln der Hand gelähmt und

atrophisch. (Die ausführliche Krankengeschichte siehe im 3. Th.) Die rechte Hand hatte die Form einer Klaue (Fig. 30) und war fast vertrocknet; die Zwischenknochenräume tief ausgehöhlt, die Muskeln am Ballen des Daumens und kleinen Fingers fast verschwunden. An der Innenfläche der Hand traten die Sehnen der Flexoren und die Köpfe der Mittelhandknochen *B* Fig. 30 und 31 stark hervor.

Die beiden letzten Phalangen der Finger waren beständig gebeugt, konnten aber mechanisch in gleiche Richtung mit den ersten Phalangen gebracht werden, die unvollständig auf den Mittelhandknochen luxirt waren. Beim Versuch die ersten Phalangen mechanisch zu beugen, fühlte man einen Widerstand, der von einer Hypertrophie der Köpfchen

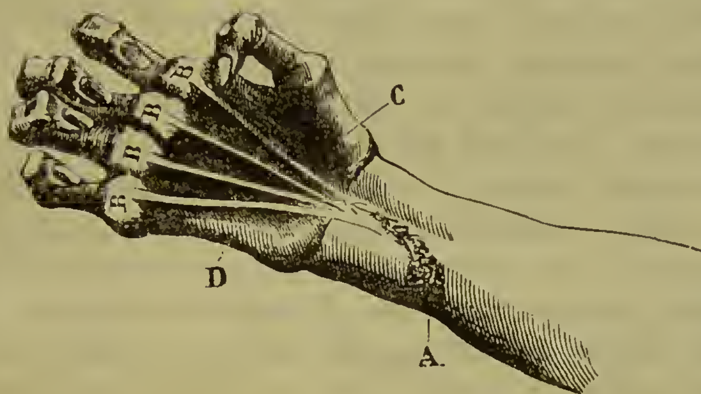


Fig. 31.

der Mittelhandknochen herzurühren schien. Wenn der Kranke die ersten Phalangen noch mehr strecken wollte, so luxirten sie sich vollständig auf die Mittelhandknochen; die letzten Phalangen aber beugten sich noch mehr. Die Spreizung der Finger so wie die Adduction und Opposition des Daumens waren unmöglich. Der Vorderarm war etwas abgemagert und zeigte eine von oben nach unten und von innen nach aussen gehende Narbe (*A* Fig. 31), die mit den Sehnen der Flexoren verwachsen war. Die Beugung und Streckung, Pronation und Supination des Handgelenks konnten ausgeführt werden. Die Sensibilität war an der untern Hälfte der Hand, am vierten und fünften Finger bedeutend vermindert. Die Hand war kalt und gegen Kälte sehr empfindlich.

Auf keine Weise konnte man durch Faradisation der betreffenden Muskeln eine Bewegung des Daumens und der Finger hervorbringen. Nach den frühern Annahmen, dass allein die Flexoren und Extensoren die Finger zu strecken und zu beugen hätten, wären die Erscheinungen dieser Krankengeschichte unerklärt geblieben. Die Atrophie der *Inter-*

ossei, deren Wirkung wir jetzt kennen, erklärt diese Erscheinungen vollständig.

Mehrere Aerzte hatten geglaubt, dass die Narbe, mit der die Flexoren verwachsen waren, die einzige Ursache der beständigen Flexion der beiden letzten Phalangen sei; denn wenn man die Finger mechanisch streckte, so wurde die Narbe durch die Bewegung der Sehnen verschoben und trat sehr hervor. Desshalb riethen sie zur Tenotomie. Diese Operation würde indess sehr traurige Folgen gehabt haben, da man dadurch die Wirkung der einzigen noch gesunden Muskeln vernichtet hätte.

Die therapeutische Wirkung der Faradisation zeigte später, dass diese Narbe nur wenig Einfluss auf die Deformität hatte. Die atrophirten Muskeln nahmen unter dem Einfluss der Behandlung wieder zu, die letzten Phalangen streckten sich, die ersten beugten sich und die Vorsprünge der Köpfe der Mittelhandknochen verringerten sich und dabei zeigte sich, dass die Köpfe der Mittelhandknochen nach vorn sehr atrophirt waren. Wie bei andern ähnlichen Fällen trat die Heilung am Zeige- und Mittelfinger eher ein, als an den andern Fingern, weil die drei ersten *Lumbricales* ihre Innervation nicht blos vom *N. ulnaris*, sondern auch vom *N. medianus* erhalten. Daher behalten diese Finger ihre Thätigkeit auch oft, selbst wenn der *M. ulnaris* verletzt ist.

Wenn die *Interossei* und der *Lumbricalis* des Zeigefingers atrophisch und gelähmt sind, so kann dieser doch noch Seitenbewegungen ausführen, und zwar durch die Muskelbündel, welche vom *Extensor digitor communis* und *Extensor indicis proprius* zu ihm gehen. Man fühlt bei den willkürlichen allerdings schwachen Seitenbewegungen des Zeigefingers die Sehnen dieser Muskeln gespannt.

Trotz der Atrophie der *Interossei* können die Finger bei der Streckung auch noch etwas von einander gespreizt werden und zwar dann allein durch die langen Extensoren, die, wie wir oben sahen, ausser der Streckung auch eine schwache Ausspreizung der Finger bewirken. Natürlich müssen diese Bewegungen schwach sein, da hauptsächlich die *Interossei* die Function haben, die Finger einander zu nähern und von einander zu entfernen.

Die *Interossei* brauchen weniger Kraft, um die drei Phalangen vollständig auszustrecken, als um die ausgestreckten Finger einander zu nähern. Dieser Satz ist sehr wichtig, denn man kann bei der Diagnose der Muskelaffectionen der

Hand daraus schliessen, dass die Unmöglichkeit, die gestreckten Finger einander zu nähern, das Zeichen einer beginnenden Schwäche der *Interossei* ist, und dass der höchste Grad der Lähmung oder Atrophie dieser Muskeln charakterisirt ist durch die Streckung der ersten Phalangen und die Beugung der beiden letzten bei dieser willkürlichen Bewegung. Will man die Phalangen in gleiche Ebene mit den Mittelhandknochen bringen, so werden die ersten Phalangen durch die Extensoren und die letzten beiden Phalangen durch die *Interossei* und *Lumbricales* gestreckt. Die *Interossei* aber können dies nicht thun, ohne zugleich die ersten Phalangen kräftig zu beugen. Um diesen Antagonismus zu überwinden, müssen sich die langen Extensoren mit gleicher Kraft contrahiren und spreizen dabei ziemlich stark die Finger auseinander. Daraus sieht man, dass die *Interossei*, um die ausgestreckten Finger einander zu nähern, eine noch grössere neue Kraft anwenden müssen.

Die Unmöglichkeit die gestreckten Finger einander zu nähern ist der erste Grad der Lähmung der *Interossei* und der am weitesten vorgeschrittene Grad dieser Krankheit zeigt sich in der Unmöglichkeit, die drei Phalangen in gleiche Ebene zu bringen.

Bei der Lähmung oder Atrophie des *Abductor longus* und *Extensor brevis pollicis* wird der erste Mittelhandknochen adducirt und es schadet diese fehlerhafte Stellung dem Gebrauche der Hand sehr viel. Die natürliche Stellung des Daumens wird durch den Tonus aller seiner Muskeln bedingt und ist einer derselben überwiegend oder geschwächt, so tritt eine fehlerhafte Stellung ein. Andererseits fordern die Bewegungen des Daumens immer synergische Wirkungen mehrerer Muskeln. Bei der natürlichen Stellung der Hand befindet sich der Daumen ausserhalb vom Zeigefinger und hindert die Beugung der Finger nicht. Die Lähmung und Atrophie des *Abductor longus* und *Flexor brevis* beraubt den ersten Mittelhandknochen seiner natürlichen Stellung und Bewegung, wie dies bei der Bleilähmung der Fall ist, wo er in Adduction steht. Daraus folgt, dass der Daumen in die Hohlhand fällt, und zwar um so mehr, als der gelähmte *Extensor brevis* die Wirkung der Muskeln nicht moderiren kann, welche nach jeder Seite der ersten Phalanx gehend diese flectiren. Will in einem solchem Falle der Kranke die Hand schliessen, so legt sich sein Daumen immer in die Hohlhand, wodurch der Gebrauch der Hand sehr gehindert wird.

Wenn der *Extensor longus pollicis* gelähmt ist, so befindet sich der erste Mittelhandknochen in einer mehr flectirten Stellung als gewöhnlich, da der *Abductor longus* vorherrscht; ebenso ist die zweite

Phalanx gebeugt, die sich nur bei Adduction des ersten Mittelhandknochens und bei Flexion der ersten Phalanx streckt und zwar durch den *Abductor brevis* und den äussern Theil des *Flexor brevis*. Die Lähmung des *Extensor longus pollicis* hindert das Schreiben, Zeichnen u. s. w. gar nicht, da dieser Muskel an diesen Bewegungen keinen Theil nimmt.

Wegen ihrer schrägen Lage hat man nach WINSLOW dem *Abductor longus*, *Extensor longus* und *brevis* eine supinirende Wirkung zugeschrieben. Es ist dies schon oben widerlegt worden und findet diese Ansicht auch in den pathologischen Fällen keine Bestätigung, denn sind bei einem Kranken die Supinatoren geschwunden, so wird doch die Hand fortwährend pronirt gehalten. Der *Extensor longus* und *brevis* und *Abductor longus* contrahiren sich willkürlich und kräftig und will der Kranke seine Hand supiniren, so treten diese Muskeln nicht einmal synergisch in Contraction, so dass man sie selbst nicht als Unterstützer der Supination ansehen kann.

W e n n a l l e M u s k e l n d e s D a u m e n b a l l e n s i h r e W i r k u n g v e r l o r e n h a b e n , s o b i l d e t d e r g e s t r e c k t e e r s t e M i t t e l h a n d - k n o c h e n m i t d e r H a n d w u r z e l e i n e n n a c h v o r n v o r s t e h e n - d e n Winkel in Folge der Wirkung des *Extensor longus pollicis;* der Daumen folgt diesen Bewegungen, aber seine Phalangen bleiben in ihrer natürlichen Stellung. Dadurch bekommt die Hand die Form einer Affenhand, denn der erste Mittelhandknochen stellt sich in gleiche Ebene mit dem zweiten und der Daumen dreht sich so, dass seine Dorsalfläche gerade nach vorn steht, wie bei den Fingern.

Fig. 32 zeigt die Hand eines Kranken, bei dem die Muskeln des Daumenballens atrophirt sind; der Daumen, vom *Extensor longus* herübergezogen, kann nicht mehr opponirt werden und bildet in gleicher Ebene mit den Mittelhandknochen gleichsam einen fünften Finger. Seine Hand gleicht sehr der eines Affen, die man in Fig. 33 sieht.


Fig. 32.

Die Hand des Affen unterscheidet sich von der des Menschen nicht durch die Oppositionsbewegungen, denn diese führt der Affe eben so vollständig aus, als der Mensch. Man muss den Unterschied vielmehr in der natürlichen Stellung des Daumens suchen.

Beim Menschen steht der Daumen während der Ruhe in halber Opposition (siehe Fig. 34), also immer bereit, eine Feder oder ein Instrument zu halten und geistige Werke auszuführen. Die Stellung des Daumens beim Affen dagegen (siehe Fig. 33) zeigt das Thierische, zeigt, dass er bestimmt ist, auf vier Pfoten zu gehen, wenn er nicht auf den Bäumen klettert. Wäre der Mensch bestimmt gewesen auf seinen Händen zu laufen, so müssten seine Daumen die Stellung wie beim Affen haben und der *Extensor longus* müsste vorherrschen, um die Hand platt auf den Boden legen zu können.

Ein anderer Versuch zeigt noch die specielle Wirkung des *Extensor longus pollicis* auf den ersten Mittelhandknochen. Im Normalzustand

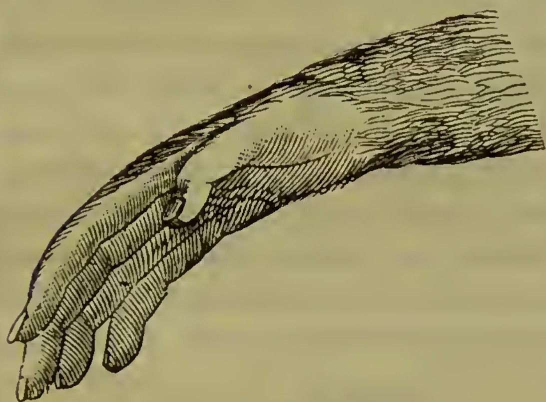


Fig. 33.

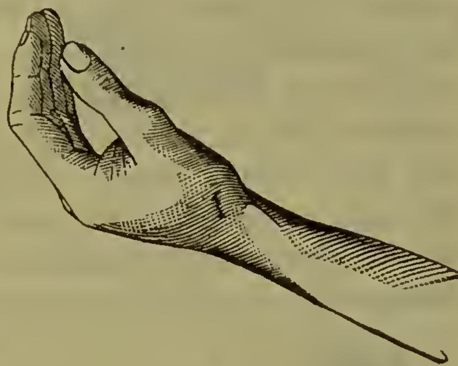


Fig. 34.

und wenn der Daumen in seiner natürlichen Stellung ist, kann man die zweite Phalanx strecken, ohne dass der erste Mittelhandknochen bewegt wird; dies ist unmöglich bei den Leuten, die den *Abductor brevis*, *Flexor brevis* und *Opponens pollicis* verloren haben, denn die geringste Contraction des *Extensor longus* bewegt dann den ganzen Daumen mit seinem Mittelhandknochen. Man muss daraus schliessen, dass die isolirte Streckung der zweiten Daumenphalanx nicht stattfinden kann ohne die synergische Contraction des *Abductor brevis, Extensor brevis* und *Opponens pollicis.* Diess kann man auch an sich selbst beobachten, denn wenn man willkürlich die zweite Phalanx streckt, so contrahiren sich die Muskeln des Daumenballens und wenn die Streckung etwas kräftig ist, so wird selbst der erste Mittelhandknochen durch die synergische Contraction dieser Muskeln etwas adducirt. Wenn man aber die zweite Phalanx mechanisch ausstreckt, so dass die Nervenkraft dabei nicht einwirkt, so bemerkt man nicht die geringste Contraction in den Muskeln des Daumenballens.

Daraus geht hervor, dass der *Opponens, Abductor brevis* und *Flexor brevis pollicis* für den ersten Mittelhandknochen die Antagonisten oder

nothwendigen Moderatoren des *Extensor longus* sind; denn ohne sie würde jede Streckung der zweiten Phalanx auch eine Streckung des ersten Mittelhandknochens herbeiführen und so die Oppositionsbewegungen dieses Knochens hindern.

Die Lähmung oder Atrophie des *Abductor brevis pollicis* hindert den äussern Theil des *Flexor brevis* nicht, den Daumen gegen jeden einzelnen Finger zu stemmen. Ist aber dann sein Mittelhandknochen von der Hohlhand nicht gehörig entfernt, so können sich die Spitzen des Daumens und der Finger nicht berühren, ohne dass diese ihre letzten Phalangen beugen und die ersten strecken.

Wir erwähnen beispielsweise hier einer Kranken, bei der in Folge einer Verletzung des *N. medianus* der *Opponens* und *Flexor brevis pollicis* der linken Seite gelähmt und atrophirt waren. Sie konnte den gestreckten Daumen allen Fingern opponiren; wenn sie ihn nach dem kleinen Finger neigte, so fühlte man den *Flexor brevis* sich contrahiren, führte sie ihn nach dem Zeigefinger zurück, so contrahirte sich der *Abductor brevis.* Auf der gesunden Seite war das Maximum der Ausspreizung des Daumens durch den *Abductor brevis* nach vorn von der Spitze des gestreckten Zeigefingers aus ungefähr 16—17 Centimeter für eine mittlere Hand; auf der kranken Seite betrug die



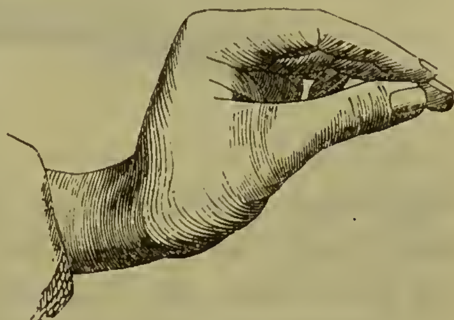
Fig. 35.



Fig. 36.

Ausspreizung höchstens 10 Centimeter. Versuchte die Kranke die Finger auseinander zu spreizen, so sah man die obern Fasern des äussern Bündels des *Flexor brevis* anschwellen und fühlte die energische Contraction des *Abductor longus.* Die Kranke konnte allerdings den Daumen durch den *Abductor longus* vom Zeigefinger noch etwas entfernen, dann aber contrahirte sich der *Flexor brevis* nicht mehr und der Daumen war mit dem Zeigefinger nicht mehr in Opposition, sondern ausserhalb von ihm. Um mit der Spitze des gestreckten Daumens die Fingerspitzen zu berühren, musste sie die beiden letzten Phalangen der Finger beugen (siehe Fig. 35). Wollte sie diese aber strecken,

indem sie die erste Phalanx beugte, so konnte der Daumen nicht folgen und seine Spitze kam höchstens bis zum Gelenk der zweiten und dritten Phalanx (siehe Fig. 36). Wenn man dagegen auf der gesunden Seite (links) die Finger wie in Fig. 35 stellen liess, so konnte sie die beiden letzten Phalangen beugen und die ersten strecken, ohne dass die Spitze des Daumens aufhörte, die Fingerspitzen zu berühren (siehe Fig. 37), weil auf dieser Seite der Daumen und sein Mittelhandknochen, wie man in dieser Figur sieht, viel weiter nach vorn geneigt sind als auf der kranken Seite (Fig. 35). Diese grössere Vorwärtsbewegung des Daumens und seines Mittelhandknochens wird durch den *Abductor brevis* hervorgebracht, dessen Contraction das Anschwellen des Daumenballens bewirkt.


Fig. 37.

Hieraus geht hervor, dass das äussere Bündel des *Flexor brevis* den Daumen den Fingern opponirt und zugleich seine zweite Phalanx beugt, dass es ihn aber nicht genug nach vorn neigen kann, um seine Spitze mit den gestreckten Fingerspitzen in Berührung zu bringen. Diess kann nur der *Abductor brevis* und zwar ist es seine Hauptfunction. Ist dieser atrophirt, so wird die Hand sehr ungeschickt.

Die Lähmung oder Atrophie des *Flexor brevis pollicis* macht es unmöglich, den Daumen mit den zwei letzten Fingern in Opposition zu bringen; ist aber der *Abductor brevis* und *Opponens* unversehrt, so kann der Daumen noch die beiden ersten Finger berühren und die Hand sit noch geschickt zum Schreiben u. s. w.

Die elektrophysiologischen Versuche hatten schon gezeigt, dass der *Abductor brevis*, sowie das äussere Bündel des *Flexor brevis* den Daumen seitlich neigt und seine erste Phalanx behufs der Opposition gegen die Finger streckt, dass aber die Oppositionsbewegung durch den *Abductor brevis* auf die beiden ersten Finger beschränkt ist; statt dessen vermag aber dieser Muskel den Daumen stark nach vorn zu neigen.

Die Functionen des *Abductor brevis* sind viel wichtiger, als die des *Flexor brevis*. So hat sich bei vielen Kranken gezeigt, dass, obgleich das äussere Bündel ihres *Flexor brevis* gelähmt war, sie dennoch sehr gut schrieben und alle Bewegungen ausführten, welche die Streckung

der sich berührenden Daumen und Fingerspitzen erheischten. Die Unmöglichkeit, den Daumen gegen die beiden letzten Finger zu opponiren, hinderte sie wenig.

Die Kranken, deren Daumenballen geschwunden ist, versuchen immer durch den *Flexor longus* den Daumen zu opponiren; doch be-



Fig. 38.

wegt dieser nur die beiden Phalangen und der Mittelhandknochen bleibt ruhig. Beugen sich die Fingerphalangen kräftig, so können sie mit ihren Spitzen die Daumenspitze berühren.

Fig. 38 stellt die Hand eines Kranken dar, dessen Daumenballenmuskeln atrophirt sind und der es versucht, den Daumen gegen den vierten Finger zu opponiren. Der Adductor ist unversehrt und lässt den Daumen noch gewisse Bewegungen machen. So können die Kranken auch Gegenstände zwischen der ersten Daumenphalanx und der Hohlhand halten, denn wenn sie energisch den Adductor contrahiren und den Daumen an die äussere Seite des zweiten Mittelhandknochens bringen, so erreichen sie den Zeigefinger, dessen letzte beide Phalangen sich stark beugen, wie in Fig. 39.



Fig. 39.

Duchenne erwähnt eines von ihm behandelten Kranken, eines Schneiders, dessen *Opponens, Abductor brevis* und *Flexor brevis pollicis* der linken Hand atrophirt waren, der, da sein Adductor erhalten war, noch ein wenig arbeiten konnte; er hielt durch die eben beschriebenen Bewegungen das Tuch zwischen dem Daumen und Zeigefinger der kranken Hand ziemlich fest.

Die angeführten Beobachtungen und Untersuchungen werden genügen, um den Nutzen darzulegen, den die einzelnen Muskeln für die Bewegung und die natürliche Stellung der Finger und des Daumens haben.

Die **anatomischen Untersuchungen** am Leichnam, welche besonders von Henle, Cruveilhier und Bouvier angestellt worden sind, haben gezeigt, dass die aus Duchenne's elektrophysiologischen Versuchen hervorgegangenen Thatsachen im Einklang stehen mit den anatomischen Verhältnissen.

Die Anatomen haben im Allgemeinen bisher geglaubt, dass die Extensoren und Flexoren der Finger (*Extensor communis, Extensor indicis* und *digiti minimi proprius, Flexor sublimis* und *profundus)* die drei Phalangen ausschliesslich beugen oder strecken und zwar durch die seitlichen Sehnen, welche nach der hintern Fläche der letzten Phalanx gehen. Wir haben gesehen, wie nachtheilig ein solches Verhältniss für den Gebrauch der Hand wäre.

Man erinnert sich, dass, wenn man das Handgelenk und die Finger in die äusserste Flexion bringt und nun die Contraction der Extensoren anregt, dass sich die beiden letzten Phalangen und dann die ersten strecken. Die Mittelhandknochen streckten sich nach dem Vorderarm: sobald sie aber parallel mit diesem standen, begannen die letzten Phalangen sich zu beugen und zwar um so stärker, je mehr das Handgelenk nach dem Vorderarm zurückgebogen wurde; immer wurde bei der stärksten Contraction der Extensoren nur die erste Phalanx gestreckt.

Cruveilhier hat denselben Versuch am Leichnam wiederholt; statt aber die Muskeln elektrisch zur Contraction zu reizen, hat er sie mechanisch gezogen und ganz dieselben Resultate erhalten.

Die Beugung der beiden letzten Phalangen, die trotz der Contraction der langen Extensoren geschieht, ist durch die mangelnde Dehnbarkeit der langen Flexoren veranlasst. Bouvier wiederholte die von Cruveilhier am Leichnam gemachten Versuche und hat die Richtigkeit dieser Erklärung bewiesen, indem er an einem Finger die beiden Flexorensehnen theilte und zeigte, dass die Streckung der beiden letzten Phalangen dieses Fingers dann durch einen an seiner Extensorsehne ausgeübten Zug geschieht. Die seitlichen Streifen, welche zur dritten Phalanx gehen und die man ganz als von der Sehne des *Extensor communis* kommend angesehen hatte, kommen zum grössten Theil von den *Interosseis* und Lumbricalmuskeln, wie Cruveilhier deutlich gezeigt hat. Jedoch sind diese Streifen innig vereint mit der mittlern Sehne des *Extensor communis*, die zur zweiten Phalanx geht, und daher muss ein an diesen ausgeübter Zug sich auf die zu den letzten Phalangen gehenden Streifen fortpflanzen. Nun aber schickt diese Sehne nach der Verbindung der Mittelhandknochen mit den Phalangen seh-

nige Ausbreitungen, die sich um das Gelenk herum ansetzen und diese scheinen die Wirkung des *Extensor communis* auf die seitlichen Sehnenstreifen bedeutend zu verringern.

Columbus in Padua, ein Schüler Vesal's, hat zuerst 1559 die Wirkung der Lumbricalmuskeln als Beuger der ersten Phalangen und Strecker der beiden letzten erkannt und beschrieben.

Fallopia nahm 1561 den Ansatz der Lumbricalmuskeln statt an der dritten Phalanx in der Mitte der ersten Gelenkverbindung an, erkannte jedoch, dass die *Lumbricales* die beiden letzten Phalangen beugen und die ersten strecken, während Columbus annahm, dass sie die drei Phalangen streckten. Er erkannte ferner die Wirkung der *Interossei* auf die beiden letzten Phalangen, verkannte jedoch ihre Wirkung als Flexoren der ersten Phalangen, die Vesal nach dem Vorgange Galen's diesen Muskeln zuertheilte.

Winslow beschrieb 1732 zwei verschiedene Sehnen an den *Interosseis,* die eine nach der ersten Phalanx gehend und die andere in die seitlichen Streifen des *Extensor communis* verlaufend: er beschrieb auch besser als seine Vorgänger die Wirkung der *Interossei* und *Lumbricales*, die er als Flexoren der ersten und Extensoren der beiden letzten Phalangen betrachtete. Dieselbe Ansicht theilten Soemmering, Sabatier und Boyer.

Wenn auch die anatomische Beschreibung dieser Muskeln wenig zu wünschen übrig liess, so war doch die Kenntniss ihrer Functionen nicht genügend, denn man betrachtete sie doch nur als schwache Helfer der Extensoren und Flexoren der Finger.

Gegenwärtig weiss man durch die elektro-physiologischen Versuche, unterstützt durch Beobachtungen in der Pathologie, sicher, dass die *Interossei* und *Lumbricales* fast ausschliesslich die beiden letzten Phalangen strecken und die ersten beugen; dass diese Muskeln die so nothwendigen, scheinbar widerstreitenden Bewegungen der Phalangen bedingen; dass endlich ohne sie die Phalangen ihre natürliche Stellung nicht beibehalten könnten und die Form einer unnützen Klaue annehmen müssten.

Die geschichtlichen Notizen haben gezeigt, dass man diese so wichtigen Verhältnisse bisher verkannt hat.

Geleitet von diesen wichtigen Erscheinungen hat Cruveilhier nicht allein die Genauigkeit der von Columbus entdeckten anatomischen Befunde bestätigt, sondern auch erkannt, dass die seitlichen Streifen, die zur dritten Phalanx gehen und die man dem *Extensor communis* zuschrieb, zum grossen Theil der Fortsetzung der vereinigten

Sehnen der *Interossei* und *Lumbricales* sind (siehe Fig. 40 *a*, *b*, *b*); dass ferner zwischen der mittleren Sehne des *Extensor communis* und den Sehnen der *Interossei* und *Lumbricales* ein dreieckiger Zwischenraum besteht, der mit gleichlaufenden, aponeurotischen Fasern ausgefüllt ist (Fig. 40 *d*), die alle diese Sehnen zu einer Art Scheide an der hintern Hälfte der letzten Phalanx verbinden.

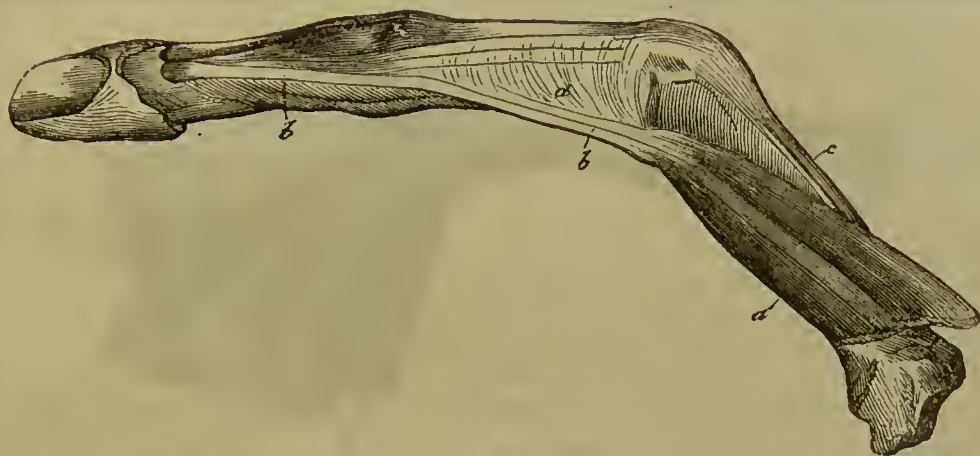


Fig. 40.

Ringfinger der linken Hand mit dem *Interosseus dorsalis* oder *Adductor*.

a. *Interosseus dorsalis* oder *Adductor*.
b, *b*. die zur letzten Phalanx gehende Sehne.
c. Sehne des *Extensor communis*.
d. Aponeurotische Ausbreitung, welche die Sehne des *Interosseus* und *Extensor communis* vereinigt.



Fig. 41.

Ringfinger der rechten Hand mit dem *Interosseus* oder *Adductor*.

a. Phalanxbündel des *Interosseus*.
b. Ansatz dieses Bündels an das obere Ende der ersten Phalanx.
c. Bündel des *Interosseus*, das zu den letzten Phalangen geht.
d, *d*. Sehne desselben.
e, *e*. Sehne des *Extensor communis*.

Cruveilhier hat daraus geschlossen, dass die *Interossei* sich nicht an die erste Phalanx ansetzen. Bouvier dagegen hat diesen Ansatz auf das bestimmteste nachgewiesen und sagt darüber: Der Ansatz der *Interossei* an die erste Phalanx geschieht durch eine sehr kurze Sehne (s. Fig. 41 *a*, *b*), deren Dicke im Verhältniss mit dem Fleischbündel steht, die im Allgemeinen dünner bei den *Interosseis* der Volar-

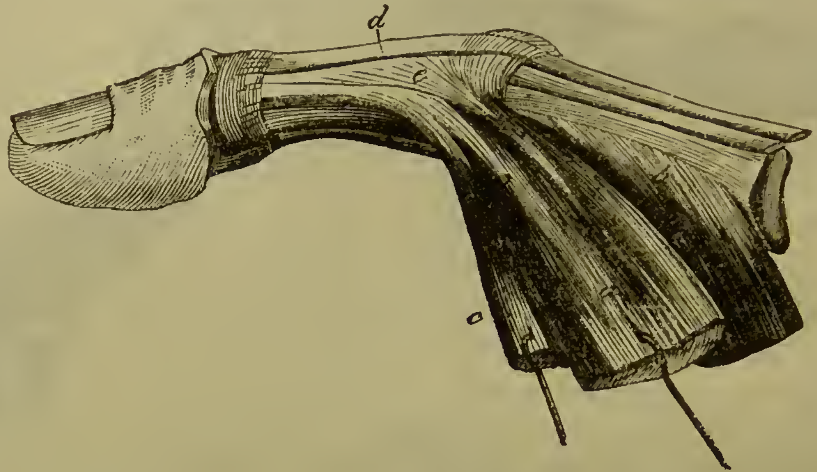


Fig. 42.
Daumen von der äussern Seite.
a. Abductor brevis. b. Opponens. c. Aeusserer Theil des *Flexor brevis. d.* Sehne des *Extensor longus. e.* Aponeurotische Ausbreitung des *Abductor brevis* zur Sehne des *Extensor longus* gehend.



Fig. 43.
Daumen von der innern Seite.
a. Adductor. b. Aponeurotische Ausbreitung zur Sehne des *Extensor longus* gehend. *c.* Sehne des *Extensor longus.*

seite, und sehr stark beim *M. abductor indicis* ist. Sie fehlt selten und wird dann durch Faserbündel ersetzt, die zu den Bändern des Gelenkes der Phalangen mit den Mittelhandknochen gehen.

Aus dieser Verschiedenheit der Befunde geht hervor, dass diese Verhältnisse nicht ganz constant sind, dass jedoch das von Bouvier beschriebene häufiger vorzukommen scheint.

Bei dem von Bouvier beschriebenen Verhalten wird die Ausspreizung und Näherung der Finger begünstigt; denn man begreift, dass, wenn diese Ansätze nicht vorhanden wären, dann die Abduction oder Adduction der Finger nicht stattfinden könnte, ohne zugleich eine mit der Contraction der *Interossei* und *Lumbricales* im Verhältniss stehende Streckung der letzten und Beugung der ersten Phalangen zu bewirken.

Bouvier hat ferner vollständig bewiesen, dass alle Muskeln des Daumenballens, mit Ausnahme des *Abductor brevis pollicis*, aponeurotische Verlängerungen zum *Extensor pollicis* schicken. In Fig. 42 und 43 sieht man diese, die sich sogar direct an das obere Ende der zweiten Phalanx ansetzen.

Daraus geht hervor, dass die Muskeln des Daumenballens wie die *Interossei* bei den Fingern anzusehen sind und dass sie nothwendigerweise die erste Daumenphalanx beugen und die zweite strecken müssen, also ebenfalls scheinbar sich widerstreitende Bewegungen hervorbringen. Bouvier hat diese Versuche vor der Akademie der Medicin gemacht und zwar durch Ziehen an den einzelnen Muskeln.

III.

Elektrophysiologie der Muskeln, welche die Schulter und den Arm bewegen.

M. trapezius (cucullaris).

Die Clavicularportion des *Trapezius*, welche von dem äussern Drittel des Schlüsselbeins zur *Linea semicircularis superior* geht, neigt bei der Faradisation den Kopf kräftig nach der gereizten Stelle und dreht ihn etwas nach hinten, so dass das Kinn nach der entgegengesetzten Seite steht. Bei der stärksten Neigung des Kopfes hebt sich die Clavicula und die Schulterecke etwas. Die Contraction beider Clavicularportionen beugt den Kopf gerade nach vorn.

Die Fassern des mittlern Bündels des *Trapezius*, welche sich aussen vom Acromion und an der äussern Hälfte der *Spina scapulae* ansetzen, bewirken bei ihrer faradischen Reizung: 1) eine Erhebung des Acromion, durch welche der untere Winkel des Schulterblatts sich von der Mittellinie entfernt, 2) eine Erhebung des ganzen Schulterblatts, die der ersten Bewegung folgt, so dass die Erhebung der ganzen Schulter durch die Contraction der mittleren Portion des *Trapezius* zur Hälfte der Erhebung des

Acromion, zur andern Hälfte der Erhebung des ganzen Schulterblatts anzugehören scheint.

Die Fasern der mittleren Portion des *Trapezius*, welche sich an die innere Hälfte der *Spina* ansetzen, erheben den äussern Winkel sehr wenig, dafür aber nähern sie das Schulterblatt stark der Mittellinie des Rückens. Diese Erscheinungen sind sehr deutlich bei solchen Kranken, deren *Trapezius* zwar vollständig gelähmt, aber nicht atrophirt ist. Wenn man diesen Theil des Muskels faradisirt, so bewegt sich das Schulterblatt erst leicht von oben nach unten und dann von aussen nach innen. Hierbei geht der äussere Winkel von vorn nach hinten und daher verschwindet die Schulterecke.

Wenn man das untere Bündel des *Trapezius* faradisirt, so senkt sich der innere Winkel des Schulterblatts um 1—2 Centimeter und bei der stärksten Contraction nähert sich der Spinalrand desselben der Mittellinie um 3—4 Centimeter. Dabei bewegt sich die Schulterecke schief von vorn nach hinten um 3—4 Centimeter und von oben nach unten um 1—2 Centimeter.

Reizt man gleichzeitig alle Theile des *Trapezius* indirect vom Rande aus, so treten die beschriebenen Bewegungen auf einmal ein, das Schulterblatt hebt sich, der Spinalrand nähert sich der Mittellinie, die Schulterecke senkt sich nach hinten und innen und der Kopf wird nach vorn gebogen und nach der entgegengesetzten Seite gedreht.

Bei doppelseitiger Reizung werden beide Schultern kräftig gehoben und die Schulterblätter der Wirbelsäule genähert, wobei die Haut des Nackens in grobe Falten gelegt wird und wulstförmig hervortritt.

Die meisten Aeste erhält der *Trapezius* vom *N. accessorius*, besonders aber ist die *portio clavicularis* des *Trapezius* faradisch äusserst reizbar wegen des *N. respiratorius Bellii*, dessen äusserer Zweig sich zum grossen Theil in diesem Muskel ausbreitet und der der reizbarste aller Nerven ist.

Das Clavicularbündel des *Trapezius* scheint besonders für die Respiration bestimmt; denn es contrahirt sich bei vielen Emphysematikern, die grosse Anstrengungen beim Athmen machen, immer diese Clavicularportion, welche Duchenne daher respiratorische Portion des *Trapezius* zu nennen vorschlug. Ziehen sie die Schultern leicht herauf, so contrahirt sich nur das mittlere Bündel, das vorzüglich für das Heben der Schulter bestimmt zu sein scheint.

Dem mittlern Bündel des *Trapezius* kommen besonders zwei Functionen zu; 1) die Schulterecke in normaler Höhe zu halten und 2) zur verticalen Hebung des Armes beizutragen, und daher würde diesem Bündel nach DUCHENNE der Name elevatorische Portion beizulegen sein.

Fehlerhafte Stellungen der Schulter in Folge der Atrophie des *Trapezius*. Die progressive Muskelatrophie ergreift gewöhnlich und oft nur die untere Portion des *Trapezius*. Wenn man im Normalzustande die Arme ruhig herabhängen lässt, so ist der Spinalrand des Schulterblatts fast parallel mit der Wirbelsäule und von der Mittellinie 5—6 Centimeter entfernt. Die Contraction des untern Bündels des *Trapezius* und der Fasern, welche an die innere Hälfte der *Spina scapulae* und zum Acromion gehen, bringt den Spinalrand des Schulterblatts der Mittellinie um 2—3 Centimeter näher. Wenn aber diese Fasern des *Trapezius* atrophirt sind, so entfernt sich das Schulterblatt trotz der Erhaltung der übrigen Muskeln bis zu 10—12 Centimeter von der Mittellinie. Dabei steht die Schulterecke nach vorn, der Rücken rundet sich nach der Quere und die Brust höhlt sich nach vorn.



Fig. 44.

Besonders deutlich tritt diese fehlerhafte Stellung des Schulterblatts hervor, wenn die Muskelfasern des untern Bündels des *Trapezius* nur auf einer Seite durch Atrophie zerstört sind. Als Beispiel kann ein in Fig. 44 abgebildeter Kranker DUCHENNE's, Namens VERGALET, dienen. Man sieht hier den Spielraum *AB* des rechten Schulterblatts (um 4 Centimeter) weiter von der Mittellinie des Rückens entfernt, als auf der gesunden linken Seite. Ausserdem ist auch die rechte Schulter wegen der Atrophie des mittlern Bündels des *Trapezius* mehr gesenkt.

Wenn mit der Atrophie des untern Bündels des *Trapezius* und der Fasern, welche an die innere Hälfte des *Spina scapulae* gehen,

Atrophie der an die äussere Hälfte dieser Spina und zum Acromion gehenden Fasern verbunden ist, so senkt sich die Schulterecke und das Schulterblatt stellt sich so, dass sein äusserer Winkel sich 2—4 Centimeter über seinem innern Winkel befindet. Der untere Winkel hebt sich im Verhältniss der Senkung des äussern Winkels und nähert sich der Mittellinie, indem er unter der Haut einen Vorsprung macht. Sehr auffallend tritt diese fehlerhafte Schulterstellung bei dem in Fig. 45 dargestellten Kranken (Bonnard) hervor, der an progressiver Muskel-

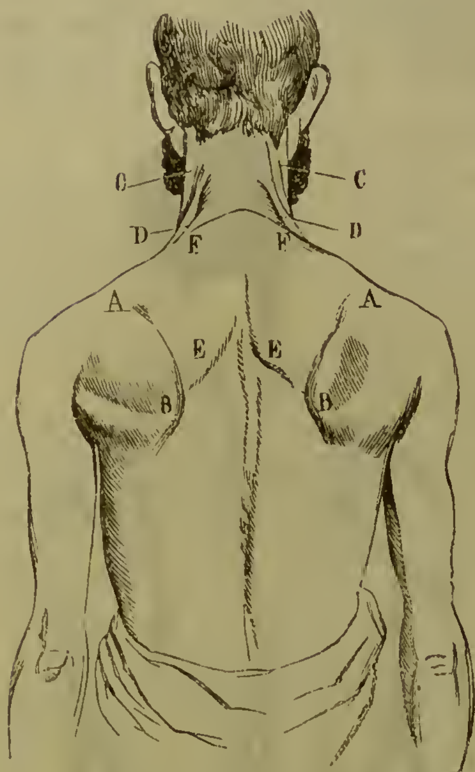
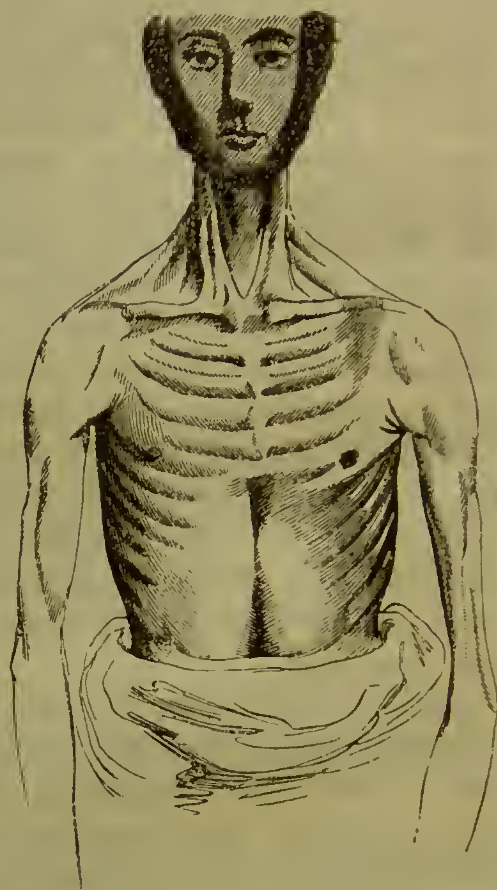


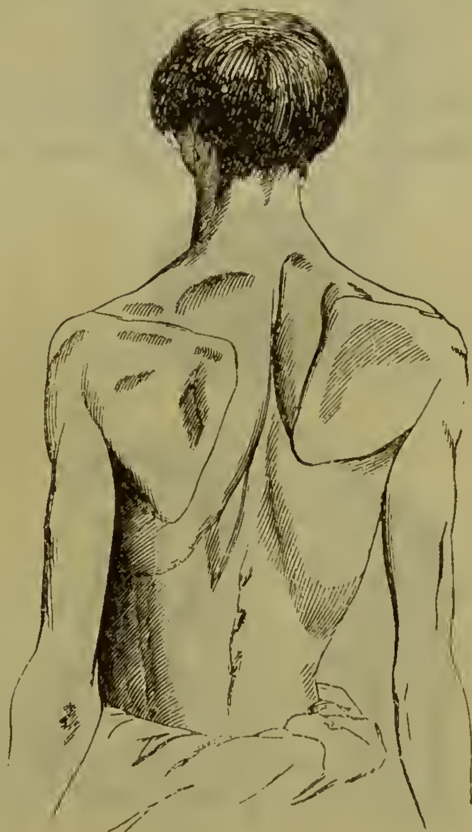
Fig. 45.


Fig. 46.

atrophie litt. Seine *Trapezii* sind gänzlich atrophirt und daher sind die Schulterblätter an ihren innern Winkeln *AA* gleichsam aufgehangen und diese von der Mittellinie weiter entfernt, während die untern Winkel *BB* der Mittellinie näher sind als im Normalzustand. Wenn die beiden Schulterblätter zufolge der Atrophie des untern und mittlern Bündels des *Trapezius* sich von der Mittellinie entfernen, so wird natürlich die Breite des Rückens beträchtlicher, die Brust hohl und die Schlüsselbeine treten mehr hervor. Dies rührt wahrscheinlich von dem tonischen Uebergewichte des *M. serratus magnus* und der *Mm.*

pectorales her. Indess mögen wohl auch die Schultern durch die Schwere der Arme herabgezogen werden. In Fig. 46 ist der erwähnte Kranke von vorn dargestellt; man sieht hier die fehlerhafte Stellung der Schultern beiderseits und die in Folge der gänzlichen Atrophie der *Trapezii* eingesunkene Brust als Gegensatz des breiten gewölbten Rückens. Die fehlerhafte Stellung der Schulterecken beiderseits, und das Einsinken der Brust ist Folge der vollständigen Atrophie der *Trapezii.* Das in der Figur dargestellte Subject hatte übrigens auch die *Mm. pectorales* und die Beuger des Vorderarmes verloren.

Es ist schon oben gezeigt worden, dass das Clavicularbündel des *Trapezius* für sich allein die Schulterecke nicht in ihrer normalen Höhe halten kann. Bei vollständiger Atrophie des Clavicularbündels und der mittleren Portion des *Trapezius* ist die Schulter nicht mehr gesenkt, als bei Atrophie nur des mittlern Bündels dieses Muskels.


Fig. 47.

Störungen bei den willkürlichen Bewegungen der Schulter. Die Kranken, bei denen die untere Portion des *Trapezius* verloren ist, können durch die obern Fasern des *Latissimus dorsi* die Schultern noch senken. Wollen sie aber die Schulterblätter kräftig einander nähern, so wirken die *Rhomboidei* und drehen das Schulterblatt um seinen äussern Winkel und heben es zugleich mit dem Arm. Dies ist besonders auffällig, wenn (wie z. B. bei dem Kranken Vergalet) das untere Bündel des *Trapezius* nur auf einer Seite atrophirt ist. Sehr deutlich sieht man diess auch bei dem in Fig. 47 dargestellten Kranken, der die beiden untern Drittel des *Trapezius* rechterseits verloren hat und der die Schulterblätter einander zu nähern versucht. Das linke Schulterblatt führt diese Bewegung richtig aus, während das rechte vom *Rhomboideus* in die Höhe gezogen wird.

Die Personen, bei denen die Fasern des *Trapezius* verschwunden sind, welche das Schulterblatt der Mittellinie nähern, klagen nur über

etwas Schwäche, wenn sie die Arme vom Rumpfe ab bewegen. Wenn aber das mittlere und untere Bündel des *Trapezius* zugleich atrophirt sind, so scheint sich die Schulter vom Rumpfe loszumachen und bietet dem Humerus keine feste Stütze mehr dar. Es wird dadurch eine Dehnung der Bänder veranlasst, so dass die Kranken Ermüdung und selbst Schmerzen empfinden, wenn sie den herabhängenden Arm nicht unterstützen.

Ist das Clavicularbündel erhalten, so ist noch eine geringe Erhebung der Schulter möglich, die bei der Respiration ebenso wie auf der gesunden Seite von Statten geht.

Das Clavicularbündel wird fast stets zuletzt von der progressiven Muskelatrophie ergriffen, wahrscheinlich wegen der zahlreichen Nerven dieses Muskelbündels. Ist es atrophirt, so hebt sich die Schulter bei der Respiration nicht, wenn auch sonst eine willkürliche Hebung der Schulter durch die andern Bündel des *Trapezius* ausgeführt werden kann.

Von den Erkrankungen des *Trapezius* interessiren uns besonders die Contractur und die Lähmung und Atrophie desselben. Wenn wir einen Muskel faradisch reizen und ihn anhaltend zur Contraction zwingen, so sehen wir eine künstliche Contractur entstehen, und vergleichen wir diese mit einer durch Krankheit entstandenen Contractur, so sind wir im Stande die anatomischen Verhältnisse derselben recht klar zu durchschauen, da wir eben ein ähnliches oder gleiches Verhältniss künstlich hervorzubringen vermögen.


Fig. 48.

1. Contractur des Trapezius. A. Bei der faradischen Reizung des mittlern Bündels entstehen die Zeichen der Contractur: Hebung der Schulterecke; eine schief von innen nach aussen und von unten nach oben gehende Richtung der *Spina scapulae*, die der Mittellinie näher steht; Abstehen des untern Winkels von der Mittellinie des Rückens; ein harter Muskelstrang im Bereich der mittlern Portion des *Trapezius*: schiefe Richtung des Schlüsselbeins von innen nach aussen und von

unten nach oben und beim stärksten Grad der Contractur Hebung des ganzen Schulterblatts, wie man diess bei dem in Fig. 48 abgebildeten Mädchen sieht.

B. Die Clavicularportion des *Trapezius* neigt bei der faradischen Reizung den Kopf nach der gereizten Seite und etwas nach hinten und dreht ihn so, dass das Kinn nach der entgegengesetzten Seite steht, wie wir diess schon oben sahen.

Diese Zeichen der künstlich erzeugten Contractur des *Trapezius* finden sich nun wieder in den pathologischen Fällen bei der *Obstipitas colli.* In Fig. 49 ist ein solcher Fall dargestellt; er betrifft ein Mädchen, welches durch eine Erkältung eine Steifigkeit des Halses bekam, die 13 Monate lang vergeblich mit verschiedenen Mitteln behandelt wurde. Der Kopf war etwas nach hinten nach der kranken Seite geneigt; bei Bemühung, ihn nach vorn zu neigen, entstanden heftige Schmerzen im Nacken an den Ansatzpunkten des rechten *Trapezius,* der einen starren Strang unter der Haut bildete. Der linke *Sternocleidomastoideus* bildete einen Vorsprung am Hals, der rechte war erschlafft, liess sich aber faradisch ganz deutlich zur Contraction bringen.



Fig. 49.

Die fehlerhafte Stellung des Kopfes hing offenbar von der Contractur der Clavicularportion des *Trapezius* ab, die man als sehnigen Strang sah und fühlte.

C. Die Contractur der untern Fasern des *Trapezius* und der Fasern dieses Muskels, die sich an der innern Hälfte der *Spina scapulae* ansetzen, bewirkt eine Näherung des Spinalrandes nach der Mittellinie und eine leichte Senkung des untern Winkels des Schulterblattes.

2. Atrophie und Lähmung des Trapezius. A. Die Clavicularportion des *Trapezius* (respiratorische Portion) kann das Vermögen, sich unter dem Einfluss des Willens zu bewegen, verlieren, und contrahirt sich dennoch instinctmässig bei den allgemeinen Inspirationsbewegungen. Die respiratorische

Portion des *Trapezius* wird wahrscheinlich wegen der reichen Innervation zuletzt von der progressiven Muskelatrophie ergriffen.

B. Das mittlere Bündel des *Trapezius* (elevatorische Portion) zeigt bei seiner Lähmung oder Atrophie zuerst eine Senkung der Schulterecke in der Ruhe. Wenn der normale Parallelismus der Schulterblattränder aufgehoben ist, so ist das mittlere Bündel des *Trapezius,* vorzüglich das nach dem Acromion gehende, vollständig zerstört. Wenn zugleich das untere Bündel, das den innern Winkel herabzieht, atrophirt ist, so ist die oben erwähnte schaukelnde Bewegung des Schulterblatts noch grösser. So war es bei Bonnard (s. Fig. 50). In der Ruhe stand der untere Winkel *B* gehoben und der Mittellinie genähert und das Schulterblatt schien an seinem innern Winkel *A* aufgehangen. Die willkürliche Bewegung war schwach und es contrahirte sich dabei nur die Clavicularportion kräftig, als wollte sie das atrophirte mittlere Bündel ersetzen.

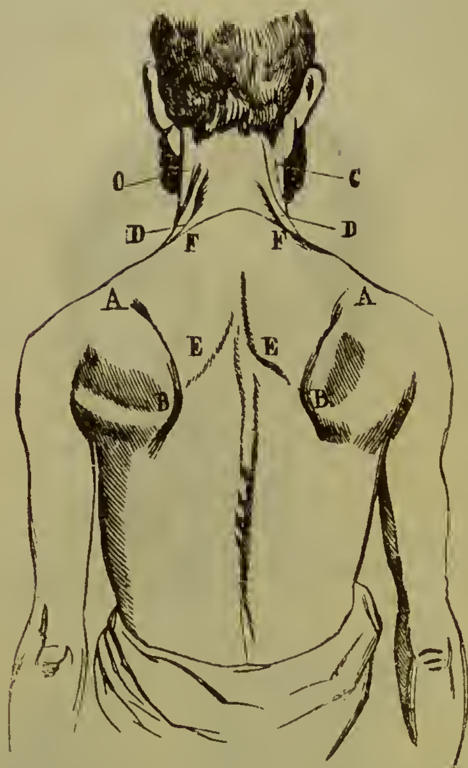


Fig. 50.

Die durch die vollständige Atrophie des mittlern Trapeziusbündels bedingte Stellung des Schulterblatts hat einige Aehnlichkeit mit der Contractur des *Rhomboideus* und es wird diese Aehnlichkeit noch grösser, wenn dazu noch die beiden untern Portionen des *Trapezius* und der *Serratus antic. major* ihre tonische Kraft verloren haben. Das Schulterblatt wird dann nur durch den *Levator anguli scapulae* bewegt, wenn die übrigen Muskeln atrophirt sind. Doch giebt es ein Kennzeichen, welches diese beiden ähnlichen Affectionen von einander unterscheidet. Bei der Atrophie der beiden untern Drittel des *Trapezius* nämlich ist die Schulterecke immer gesenkt, während sie bei der Contractur des *Rhomboideus* über der normalen Höhe steht. Ausserdem bemerkt man bei der Contractur des *Rhomboideus* zwischen dem Spinalrand und der Mittellinie einen Wulst, der beim Heben des Armes verschwindet; bei der Atrophie des *Trapezius* ist diess nicht der Fall.

C. Unteres Bündel des *Trapezius* (adductorische Portion). Dieses Bündel wird immer zuerst von der progressiven Muskelatrophie befallen. Man findet dann bei der Faradisation oft nur noch einige Fasern, die jedoch zu schwach sind, um das Schulterblatt zu bewegen. Bei dieser partiellen Atrophie des *Trapezius* wird das Schulterblatt mehr oder weniger nach aussen und vorn gezogen.



Fig. 51.



Fig. 52.

Diese Stellung der Schulterblätter sieht man in Fig. 51 bei einem Kranken, der vollständig die adductorische Portion seiner *Trapezii* verloren hatte. Die Spinalränder der Schulterblätter sind dadurch weit von der Mittellinie entfernt, der Rücken gerundet, die Brust eingesunken, die Schlüsselbeine und Schulterecken vorspringend. Wollte der Kranke die Schulterblätter nach hinten einander nähern, so wurden sie durch die *Rhomboidei* gehoben und gedreht. Ist die Atrophie nur auf einer Seite vorhanden, wie dies bei dem Kranken Vergalet der Fall war, so tritt die Deformität noch mehr hervor (s. Fig. 52), vergl. Fig. 44.

Rhomboideus.

Der *Rhomboideus*, womit Duchenne den grossen und kleinen zusammenfasst, liegt im Normalzustand nicht direct unter der Haut, ausser in einem kleinen dreieckigen Raum, dessen Seiten von einem Theil des Spinalrandes des Schulterblattes, des obern Randes des *M. latissimus dorsi* und des äussern Randes des untern Drittels des *Trapezius* gebildet sind. Man würde an dieser Stelle jedoch nur einen Theil des untern Bündels des *Trapezius* treffen und so bei seiner Reizung nur einen sehr unvollständigen Begriff seiner Wirkung bekommen. Bei der Atrophie des *Trapezius* ist jedoch sehr häufig der *Rhomboideus* erhalten und der faradischen Reizung zugänglich.

Wenn man die Elektroden auf die obersten Fasern des *Rhomboideus* (*minor*) setzt, so bewegt sich das Schulterblatt schief von unten nach oben und von aussen nach innen.

Setzt man die Elektroden auf die untern Fasern (*Rhomb. major*), so dreht sich das Schulterblatt noch um seinen äussern Winkel, so dass der untere Winkel gehoben und der Mittellinie genähert wird.

Bringt man durch indirecte Reizung vom *N. dorsalis scapulae* aus alle Fasern des *Rhomboideus* zugleich zur Contraction, so dreht sich das Schulterblatt um seinen äusseren Winkel, und hebt sich dann. Bei der stärksten Contraction dieses Muskels wird das Schulterblatt um 1—3 Centimeter und das Acromion um 1—$1^1/_2$ Centim. erhoben, und der Spinalrand geht schief von oben nach unten und von aussen nach innen, so dass sein innerer Winkel entfernter und der untere Winkel näher der Mittellinie ist.

Wird der Arm beim Beginn der Contraction des *Rhomboideus* senkrecht erhoben, so senkt er sich um so mehr, als der untere Winkel des Schulterblatts sich erhebt. Der Humerus neigt sich bei dieser Bewegung nicht auf das Schulterblatt.

Man könnte sich ohne die Anwendung der Faradisation keine Idee von der Wirkung des *Rhomboideus* machen. Vorzüglich wenn seine Fasern durch die Senkung des Schulterblatts sehr verlängert sind und der Spinalrand durch die Zerstörung des *Trapezius* absteht, kann man seine kräftige Wirkung auf das Schulterblatt bemerken. Bei Kranken, wo diese Verhältnisse stattfinden, drehen sich während der kräftigen Contraction der *Rhomboidei* die Schulterblätter um ihre äussern Winkel, so dass die untern Winkel sich fast bis zum Niveau der äussern erheben. Nur einige obere Fasern des *Rhomboideus* nähern das Schulterblatt schwach der Mittellinie. Das leichte Heben der

Schulter, wie das Achselzucken, geschieht nur durch die Contraction des mittlern Bündels des *Trapezius*, denn man fühlt bei dieser Bewegung den *Rhomboideus* vollkommen erschlafft. Aber beim Heben der Schulter, beim Lasttragen z. B., wirkt der *Rhomboideus* kräftig mit.

Fehlerhafte Schulterstellung. Der *Rhomboideus* kann nur wenig dazu beitragen, den Spinalrand des Schulterblatts in einer normalen Entfernung von der Mittellinie zu halten, wohl aber hält er diesen Spinalrand am Thorax fest. In der That beobachtet man bei der Atrophie dieses Muskels ein Abstehen des Schulterblattes vom Thorax. Ist zugleich das untere Bündel des *Trapezius* atrophirt, so ist die zwischen dem Spinalrand und der Wirbelsäule entstehende Rinne besonders bemerklich. Sie verschwindet sogleich, wenn der Kranke die Arme horizontal nach vorn ausstreckt (was von der Wirkung des *Serratus* herrührt).

Endlich bedingt der Verlust der tonischen Kraft des *Rhomboideus* eine Verschiebung des innern Schulterblattwinkels nach aussen und vorn, weil dann der *Serratus* das Schulterblatt um seinen innern Winkel dreht.

Störungen bei den Bewegungen der Schulter. Die Bewegungen, welche das Anliegen des Spinalrandes an den Thorax fordern, werden durch die Atrophie des *Rhomboideus* geschwächt oder aufgehoben, ebenso die Bewegung des Armes nach hinten und innen. Diese ist am kräftigsten, wenn der Arm vom Rumpfe entfernt ist, weil dann das hintere Bündel des *Deltoideus* und der *Teres major* das Schulterblatt nach dem Humerus ziehen. Trotz der Lähmung des *Rhomboideus* und *Trapezius* können die Kranken noch die Spinalränder der Schulterblätter einander nähern und zwar durch die obern Fasern des *Latissimus dorsi.*

Die Contractur des Rhomboideus bringt dieselben Stellungen hervor, wie sie durch die künstlich hervorgerufene Contraction entstehen. Bei Gelegenheit eines Versuchs hielt Duchenne den *Rhomboideus* durch faradische Reizung in andauernder Contraction und schloss aus der dadurch entstehenden Stellung des Schulterblatts auf die bei der Contractur des Muskels entstehende Deformität. Es bot sich bald Gelegenheit, diese Schlüsse bei Beobachtung mehrer Krankheitsfälle zu bestätigen, von denen ein besonders beachtenswerther hier folgen mag.

Aglaé Prude, 13 J. alt, von guter Constitution, bemerkte zuerst im Febr. 1849 ohne bekannte Ursache einen Schmerz in der mittlern und seitlichen Gegend des Halses rechterseits, der durch Druck auf die Stelle und Neigung des Kopfes nach der linken Seite zunahm. Der

hinzugerufene Arzt fand eine leichte Anschwellung, die er einem Rheumatismus zuschrieb. Anderthalb Jahre lang wurde nur eine geringe Schwierigkeit bei gewissen Kopfbewegungen bemerkt, bis zufällig endlich 1852 eine Schulterdeformität entdeckt und die Kranke durch Bouvier an Duchenne gewiesen ward, welcher Folgendes fand. Wenn die Arme ruhig herabhingen, so stand der rechte untere Schulterblattwinkel *D* Fig. 53 fast in gleicher Höhe mit dem äussern Winkel und dicht an der Mittellinie der Wirbelsäule an. Man konnte diesen Winkel



Fig. 53.


Fig. 54.

herabdrücken und das Schulterblatt in seine natürliche Stellung bringen; doch gehörte dazu viel Kraft, und wenn man mit dem Drucke nachliess, so schnellte der untere Winkel wieder in seine fehlerhafte Stellung zurück. Dabei fühlte und hörte man ein deutliches Knarren zwischen Schulterblatt und Thorax. Ueber dem Spinalrand des Schulterblatts, der schief von innen nach aussen und von unten nach oben stand, sah man eine ziemlich beträchtliche Geschwulst *B* Fig. 53, die von dem verkürzten *Rhomboideus* herzurühren schien. Am Hals in dem dreieckigen Raum zwischen dem vordern Rand des *Trapezius* und dem *M. sternocleidomastoideus* war eine andere Anschwellung *A*, die vom *Levator anguli scapulae* gebildet wurde.

Der Kopf war leicht nach rechts geneigt und wenn ihn die Kranke nach links bewegen wollte, so empfand sie einen Schmerz, den sie auf

die Anschwellung *A* bezog. Die meisten Aerzte hielten den Fall für eine Lähmung des *M. serratus anticus major.* DUCHENNE aber nahm eine Contractur des *Rhomboideus* und *Levator anguli scapulae* an und gab höchstens eine Dehnung des *Serratus* zu.

Die Stellung des Schulterblattes und Neigung des Kopfes mit den charakteristischen Muskelvorsprüngen war bei der Kranken allerdings ganz so, wie sie durch Faradisation des *Rhomboideus* und *Levator anguli* hervorgebracht werden kann. Der *Serratus* kann gelähmt sein, ohne dass ein tonisches Uebergewicht des *Rhomboideus* eintreten muss; der *Serratus* kann gelähmt sein, und dennoch kann das Schulterblatt bei ruhigem Herabhängen der Arme in seiner Normalstellung bleiben.

Wenn die Kranke nun die Arme nach vorn ausstreckte, so wirkte der *Serratus*: das rechte Schulterblatt stellte sich normal und machte dieselbe Drehung wie auf der gesunden Seite (siehe Fig. 54). Ist der *Serratus* gelähmt, so ist gerade bei ruhigem Herabhängen der Arme keine Deformität bemerkbar, sondern sie tritt im Gegentheil erst ein, wenn die Arme nach vorn ausgestreckt werden.

Auf diesen Fall gestützt kann man für die Contractur des *Rhomboideus* folgende charakteristische Kennzeichen angeben:

1) Hebung des untern Schulterblattwinkels mit Näherung desselben nach der Mittellinie ohne Senkung der Schulterecke;

2) schief von unten nach oben und von innen nach aussen gehende Richtung des Spinalrandes des Schulterblatts;

3) eine Anschwellung am Spinalrand, die sich nach dem Hals zu verlängert;

4) fühl- und hörbare Crepitation dieser Geschwulst bei den Bewegungen des Armes;

5) Verschwinden der Deformität bei der willkürlichen Erhebung der Arme.

Levator anguli scapulae.

Die Faradisation dieses Muskels bewirkt eine leichte Drehung des Schulterblatts um seinen äussern Winkel, welcher stehen bleibt, so dass die beiden andern Winkel sich um 1—$1^1/_2$ Centimeter erheben; der untere Winkel nähert sich der Mittellinie und macht einen leichten Vorsprung unter der Haut. Die Schulter hebt sich im Ganzen um 3—4 Ctm. und der Kopf neigt sich leicht nach der gereizten Seite.

Auch die Beobachtung pathologischer Fälle lässt uns diesen Muskel als Heber der ganzen Schulter erkennen. Denn in der That sehen wir solche Kranke, bei denen in Folge der Muskelatrophie die übrigen

Schulterheber zerstört sind, die Hebung der Schulter ganz kräftig ausführen, wenn nur noch der *Levator anguli scapulae* erhalten ist. Der Muskel macht einen bedeutenden Vorsprung, den die atrophische Clavicularportion des *Trapezius* nicht verdecken kann.

Der Einfluss des *Levator* auf die Stellung des Schulterblatts wird besonders bemerklich, wenn das mittlere Bündel des *Trapezius* atrophirt ist, weil dann der äussere Winkel durch die Schwere des Gliedes heruntergezogen wird und der untere Winkel sich hebt. Diese Stellung ist dann dieselbe, wie bei der Contractur des *Rhomboideus.*

Die gänzliche Atrophie dieses Muskels ist selten. Verbindet sich die Atrophie des mittlern Bündels des *Trapezius* mit der des *Levator,* so senken sich der innere und äussere Winkel des Schulterblatts zugleich.

Der *Levator anguli* ist eben so reizbar wie die Clavicularportion des *Trapezius*, und ist wie diese ein Inspirationsmuskel.

Serratus anticus major.

Man kann diesen Muskel in dem Raum zwischen dem *Pectoralis major* und *Latissimus dorsi* faradisiren, wo ein Theil seiner sieben letzten Zacken unter der Haut liegt. Die vier letzten Zacken bieten vor dem *Latissimus dorsi* nur einen kleinen Theil ihrer vordern Enden dar, so dass man durch ihre Reizung nur eine schwache Wirkung erhält. Die andern Zacken, besonders die vierte, fünfte und sechste geben bei sehr musculösen Subjecten schöne Bewegungen des Schulterblatts. Will man eine deutlich hervortretende Wirkung der untern Portion des *Serratus anticus* erhalten, so muss man hauptsächlich das grosse, gestreifte Bündel faradisiren, welches sich am innern Winkel des Schulterblattes ansetzt und an dem die fünfte bis zehnte Zacke zusammenlaufen. Leider ist dies Bündel im Normalzustand durch den *Latissimus dorsi* bedeckt und somit der directen Faradisation unzugänglich. Bei manchen Kranken aber ist der *Latissimus dorsi* atrophirt und der *Serratus* vollständig erhalten. Auch bei jungen Subjecten sind oft die Fasern des *Latissimus dorsi* sehr dünn, so dass der Strom durch sie hindurchgeht, oder sie fehlen auch ganz.

Die mässige Faradisation des untern Bündels des Muskels bringt eine Drehung des Schulterblatts um seinen innern Winkel hervor, in Folge deren sich das Acromion hebt und der untere Winkel nach aussen und vorn gestellt wird. Nach dieser Drehung hebt sich das ganze Schulterblatt, wie bei der Contraction des mittlern Bündels des *Trapezius.*

Wenn man zugleich die mittlern und untern Zacken faradisirt, so geht das Schulterblatt nach vorn, aussen und oben. Dabei entfernt sich der Spinalrand um 2—4 Centimeter von der Mittellinie, drängt sich an die Thoraxwand und macht auf der Haut eine tiefe Furche, welche die schiefe Richtung anzeigt. In der beistehenden Fig. 55 sieht man die durch die Faradisation des *Serratus* entstehende Stellung des Schulterblatts. *A* ist die durch das Andrängen des Schulterblattrandes an die Thoraxwand entstehende Furche.

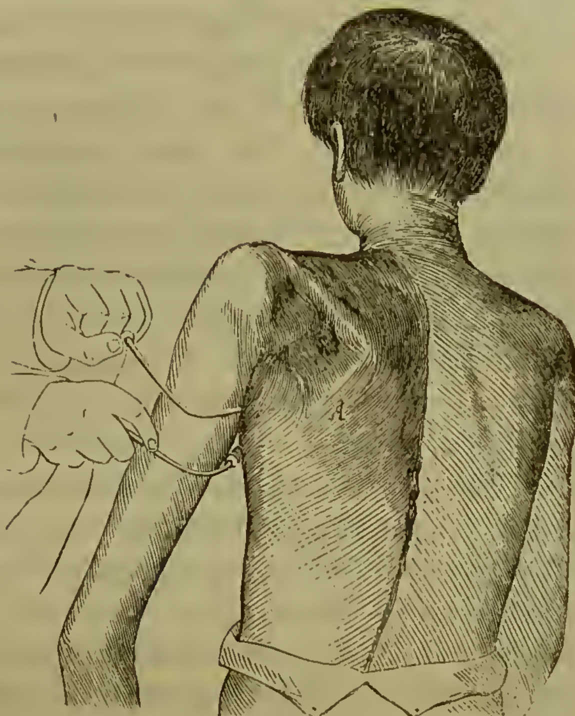


Fig. 55.

Diese Drehung des Schulterblatts um seinen innern, festen Winkel und die Erhebung des äussern Winkels geschieht durch denselben Mechanismus, wie beim *Trapezius, Rhomboideus* und *Levator anguli.*

Man hat diese Bewegung als ein Schaukeln betrachtet, was indess nicht richtig ist. Denn wenn man einen Finger auf den einen oder andern Winkel legt, so bemerkt man, dass das Schulterblatt sich um jeden derselben wie um eine Axe dreht; es drehen sich immer zwei Winkel um den dritten, welcher fest bleibt.

Alle die Muskeln, welche das Schulterblatt drehen, erheben es zugleich. Dies rührt ohne Zweifel daher, dass diese Muskeln Antagonisten haben, die Winslow sehr richtig Moderatoren nannte und die ihnen einen tonischen Widerstand entgegensetzen. So hebt die untere Portion des *Serratus anticus,* ebenso wie das mittlere Bündel des *Trapezius*, kräftig das Acromion und bewegt den untern Winkel des Schulterblatts nach aussen und vorn. Die letzte Bewegung wird durch die untere Hälfte des *Rhomboideus* und durch den *Levator anguli* (ihre Moderatoren) beschränkt, wenn diese Muskeln das Maximum ihrer Verlängerung erreicht haben. Dauert die Contraction des *Serratus* oder *Trapezius* fort, so stellt sich das Schulterblatt in eine

Richtung, wo es keinen Widerstand findet, d. h. nach oben, in die Richtung der Resultate der vereinten Kräfte dieser Muskeln.

Der untere Theil des *Serratus anticus* wirkt als kräftiger Heber der Schulterecke. Doch ist die ihm zugeschriebene Wirkung beim Lasttragen auf der Schulter durchaus nicht bewiesen, denn er bleibt dabei schlaff. Er würde auch durch das constante Heben der Rippen die Respiration stören. Wohl aber contrahirt er sich kräftig, wenn man mit der Schulterecke nach vorn stösst.

Der *Serratus anticus* ist bei der Inspiration sehr wichtig. Damit dieser Muskel die Rippen bewege, an denen er sich ansetzt, ist es nothwendig, dass das Schulterblatt durch die energische Contraction des *Rhomboideus* fest gehalten werde, denn sonst würde der Thorax als fester Punkt dienen und die Erhebung der Schulter durch die Drehung des Schulterblatts würde das einzige Resultat der Contraction des *Serratus* sein.

Daher fordert die Wirkung des *Serratus* als Inspirationsmuskel vor allem die synergische Contraction des *Rhomboideus*.

Um zu beweisen, dass der *Serratus* den Brustkorb erweitern könne, indem er die Rippen hebt und nach aussen zieht, an die er sich ansetzt, machte Duchenne folgenden Versuch bei einem Subject, dessen *Serratus* und *Rhomboideus* durch die Atrophie der sie bedeckenden Muskeln (*Latissimus dorsi* und *Trapezius*) oberflächlich unter der Haut lagen. Zwei Inductionsapparate wurden so geregelt, dass der Strom des einen viermal so stark war, als der des andern. Duchenne setzte die Stromgeber des schwächern Apparates auf das gestreifte Bündel, welches die Zacken vom untern Theil des *Serratus* erhält. Die Stromgeber des stärkern Apparates wurden auf den *Rhomboideus* gesetzt. (Diese verschiedenen elektrischen Dosen für diese einzelnen Muskeln sind nothwendig, wenn man die Kraft ihrer Contraction ausgleichen will, so dass der untere Winkel des Schulterblatts während ihrer gleichzeitigen Contraction unbeweglich bleibt.) Sobald der Strom begann, erfolgte 1) eine gerade Erhebung des ganzen Schulterblatts; 2) eine nach aussen und oben gehende Bewegung des convexen Theils der Rippen, deren Krümmung vermehrt schien. Während des Versuchs machte das Subject eine unwillkürliche, geräuschvolle Inspiration, zu der ein Bedürfniss da war, wenn man ihm Mund und Nase schloss.

Die aufsteigende Bewegung des Schulterblatts, welche durch die gleichzeitige Contraction des *Rhomboideus* und *Serratus* eintritt, be-

günstigt die inspiratorische Wirkung des *Serratus*, denn sie bringt die obern und mittlern Zacken dieses Muskels in eine schief von oben nach unten gehende Richtung und vermehrt die Schiefheit der untern Zacken, wodurch natürlich der Brustkorb erweitert wird.

Fehlerhafte Schulterstellung. Der untere Theil des *Serratus* wirkt zwar als Heber der Schulter viel kräftiger, als das mittlere Bündel des *Trapezius* und doch zeigt sich bei pathologischen Fällen, dass der *Serratus* nicht, wie der *Trapezius*, die Schulterecke in ihrer normalen Höhe halten kann. So war bei BONNARD und vielen Andern die Schulter bedeutend gesenkt (s. Fig. 46), obgleich der *Serratus* sehr entwickelt war.

Die Schwere des Armes strebt immer den äussern Winkel des Schulterblatts herabzudrücken, allein durch den *Trapezius* und das gestreifte Bündel des *Serratus* wird diess verhindert. Atrophirt der *Serratus*, so senkt sich allerdings der äussere Winkel des Schulterblatts, während der untere sich erhebt und zwar fast bis zum Niveau des äussern.

Die Atrophie und Lähmung des Musc. serratus anticus major bringt beim ruhigen Herabhängen der Arme keine merkliche Deformität hervor, wird aber der Arm nach vorn gehoben, so führt das Schulterblatt zwei Hauptbewegungen aus: 1) eine Drehung um seine Längenaxe, so dass der Spinalrand des Schulterblatts vom Thorax absteht; 2) eine schaukelnde Bewegung, durch welche der untere Winkel des Schulterblatts sich nach der Mittellinie zu hebt, während der äussere Winkel soweit herabgedrückt wird, dass der Arm kaum mehr horizontal erhoben werden kann. Ist die Atrophie des *M. serratus* sehr bedeutend, so steht das Schulterblatt flügelförmig vom Thorax ab und die Haut füttert die dadurch entstehende Tasche aus, so dass man die ganze Hand bis zur Achselhöhle hineinlegen kann (vergl. Seite 154 Fig. 60 C B). Man könnte aus diesem Verhältniss auch auf eine Lähmung des *M. deltoideus* schliessen, allein es genügt, das Schulterblatt mit der Hand fest an den Thorax zu drücken und seinen untern Winkel nach vorn zu bewegen, um sich zu überzeugen, dass der Kranke den Arm vertical erheben kann, was bei Lähmung des *Deltoideus* nicht möglich wäre.

Im Beginn der Krankheit, wenn die Lähmung noch nicht bedeutend ist, springt bei der Hebung des Armes nach vorn der Spinalrand der Schulterblatts um 1—2 Centimeter hervor und zugleich stellt sich der untere Winkel etwas weiter zurück. Die verticale Hebung des Armes jedoch geschieht normal.

Die verschiedenen Zacken des *Serratus* können einzeln oder in ungleicher Weise atrophirt sein. Die nach dem Rande des Schulterblatts gehenden findet man zuerst und am meisten atrophirt. Die Zacken, welche zum untern Winkel gehen, heilen unter dem Einfluss der Faradisation am leichtesten.

Deltoideus.

Wenn der Arm gerade am Rumpfe herabhängt, so wird bei der Faradisation der Fasern des *Deltoideus*, welche sich an das Acromion ansetzen, der Arm gerade nach aussen erhoben. Die innern Fasern des *Deltoideus* bringen ebenfalls eine Erhebung des Humerus hervor, aber schräg nach vorn und innen, und die mittlern Fasern gerade nach vorn und hinten.

Der Arm wird durch die isolirte Contraction des *Deltoideus* höchstens in die horizontale Richtung gebracht und zwar besonders durch die vordern Fasern. Ist der Humerus während der Contraction des *Deltoideus* nach aussen gedreht, so ist die Erhebung stärker, als bei der Drehung nach innen. Wenn man beim Maximum der Erhebung des Arms die hintern Fasern faradisirt, so wird der Humerus gesenkt und nach hinten und innen bewegt, bis er zu dem Grade der Erhebung herabgekommen ist, welcher der Contraction dieser hintern Fasern zukommt.

Der *Deltoideus* setzt nicht blos die von andern Muskeln begonnene Erhebung des Armes fort, denn seine Contraction entfernt immer den Arm vom Rumpfe, ohne dass andere Muskeln ihn zu unterstützen brauchten; auch wird der Arm äusserst kräftig durch ihn allein ausgestreckt erhalten.

Der Arm bewirkt dann aber durch Ziehen am Schulterblatt zwei Bewegungen desselben: 1) ein Schaukeln, durch welches das Acromion herabgedrückt und der untere Winkel gehoben und der Mittellinie genähert wird (*A* Fig. 56); 2) eine Drehung um eine verticale Axe im Niveau des äussern Winkels, wodurch das Schulterblatt von der hintern Thoraxwand entfernt wird, so dass sein Spinalrand unter der Haut vorspringt. Zwischen diesem Spinalrand und dem entsprechenden Punkt des Thorax sieht man eine mehr oder weniger tiefe Rinne entstehen (*B* Fig. 56).

Diese Erscheinungen, welche bei der künstlichen Contraction des *Deltoideus* entstehen, können durch den Willen nicht hervorgebracht werden, da dieser den Muskel nicht isolirt zur Contraction bringen kann. Der *Deltoideus* kann den Arm nur

horizontal erheben, weil der *Teres major*, der gleichsam die Stelle eines Bandes vertritt, sich der weitern Erhebung des Humerus widersetzt; diese würde übrigens auch ein Heraustreten des Oberarmkopfes aus der *cavitas glenoidalis* bedingen.

Daher kann die mehr als horizontale Hebung des Armes nicht geschehen, ohne dass sich das Schulterblatt um seinen innern Winkel dreht und dieser den äussern Winkel und den auf ihm ausgestreckten Humerus wie ein ganzes Stück hebt. Der *Deltoideus* kann diese Drehung des Schulterblatts nicht bewirken, sondern es ist dies eine Function

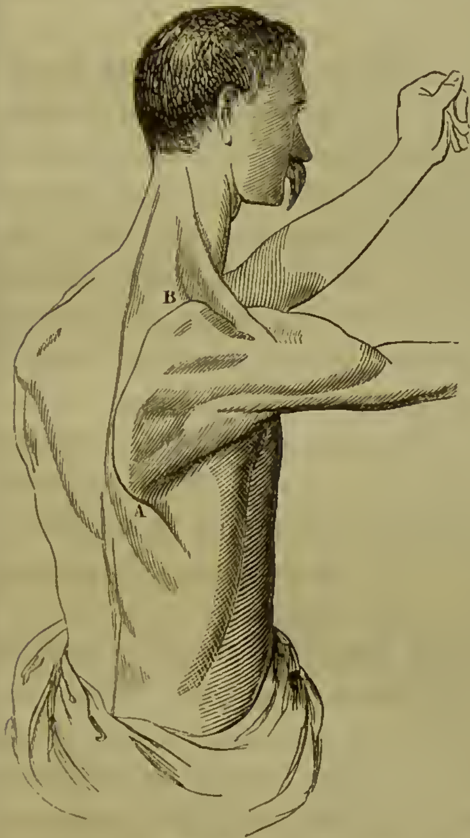


Fig. 56.

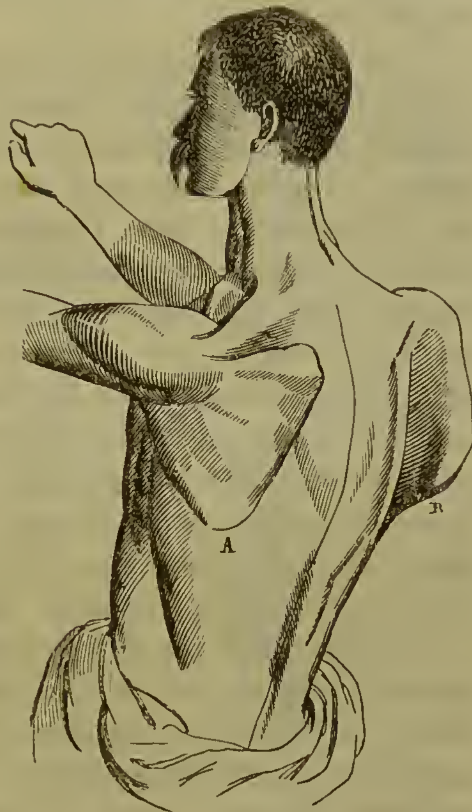


Fig. 57.

des *Serratus anticus major*, des *Pectoralis major*, des *Rhomboideus* und des *Levator anguli scapulae*. Remak (l. c. S. 325) nimmt an, dass diese Muskeln zunächst das Schulterblatt feststellen. Hierauf bewirkt der *M. supraspinatus* eine Art von plötzlicher Luxirung des Oberarms nach unten und sofort bemächtigen sich sämmtliche hierzu ihrer Lage nach geeignete Fasern des *M. pectoralis* des Oberarms, um ihn in seiner luxirten Stellung zu erhalten.

Auch das mittlere Bündel des *Trapezius*, welches das Schulterblatt um seinen innern Winkel dreht, trägt viel zur verticalen Er-

hebung des Armes bei. Bei einem Kranken brachte die isolirte Contraction des *Deltoideus* etwa dieselben Deformitäten hervor, wie in Fig. 56 und 57. Brachte man zugleich das mittlere Bündel des *Trapezius* zur Contraction, so hob sich der Arm kräftig vertical und blieb in dieser Stellung, so lange der Strom dauerte. So wie dieser aufhörte, fiel das Glied wie eine träge Masse herab. Die vordern Fasern des *Deltoideus* erheben synergisch mit den andern Fasern des Muskels den Humerus bis zu einem Winkel von 45°, wenn aber die vordern Fasern den Humerus über 45° erheben, so wirken die hintern Fasern sogleich als Antagonisten und senken den Arm wieder soweit, als es ihre Contraction bedingt.

Am häufigsten wird das mittlere Bündel des *Deltoideus* durch Atrophie zerstört. Es ist dann die Hebung des Arms nach aussen noch möglich, aber sehr schwach; die Hebung nach vorn oder hinten geschieht normal, d. h. sie kann nach vorn vertical sein, während sie nach hinten nur 45° beträgt. Diese Bewegungen rühren dann nur von der Wirkung der vordern und hintern Bündel her. Die Atrophie des vordern Bündels stört die Functionen des Armes bei weitem mehr, als die des mittlern Bündels, wie man leicht begreift. Darum können Kranke, bei denen nur dieses Bündel gelähmt ist, den Arm gerade nach aussen und nach hinten ziemlich hoch heben, jedoch nicht nach vorn. Wollen solche Kranke die Hand nach dem Kopfe führen, so heben sie den Arm nach aussen (durch das mittlere Bündel) und beugen den Vorderarm; allein die Hand kann den Kopf nicht erreichen und sie müssen diesen noch neigen, um z. B. die Mütze abzunehmen.

Die Atrophie des hintern Theils des *Deltoideus* macht ebenfalls manche Bewegungen fast unmöglich. Die Kranken können hierbei die Hand nur schwer in die Hosentasche stecken; sie können sie hinten nicht über die Kreuzbeingegend bringen, so dass sie sich nicht allein ankleiden können. Wenn sie diese Bewegungen auszuführen versuchen, so heben sie den Arm gerade nach aussen, beugen den Vorderarm, und proniren den ganzen Arm, ohne dass die Hand zu der hintern Seite des Rumpfes gelangt. Sie können durch den *Latissimus dorsi* und *Teres major* den Humerus noch gut nach hinten bringen, dann aber senkt sich der Arm und nähert sich dem Thorax, so dass die Hand zwar hinten auf dem Rücken sich befindet, aber nicht erhoben werden kann.

Wir sahen, dass der Arm durch die isolirte Wirkung des *Deltoideus* nicht nach aussen und vorn gebracht werden kann, ohne dass das Schulterblatt sich um seine Verticalaxe dreht und sein äusserer

Winkel herabsteigt, und dass allein der *Serratus anticus major* diese fehlerhafte Stellung des Schulterblatts bei der Erhebung des Arms hindert.

Die Beobachtung von Krankheitsfällen zeigt in der That, dass bei Atrophie oder Lähmung des *Serratus anticus major* alle die pathologischen Erscheinungen eintreten, die von der isolirten Contraction der beiden vordern Bündel des *Deltoideus* herrühren.

Bei VERGALET konnte man in der Ruhe keine Atrophie des *Serratus* vermuthen. (Vergl. Fig. 44 S. 135.) Hob er aber beide Arme nach vorn, so zeigten sich auf der rechten Seite alle die Erscheinungen, welche bei der isolirten Contraction des *Deltoideus* eintreten. Der untere Winkel *A* Fig. 58 des rechten Schulterblatts näherte sich der Mittellinie und hob sich ein wenig, anstatt wie auf der gesunden Seite von innen und hinten nach aussen und vorn zu gehen. (Vergl. Fig. 57 *A* S. 151.) Der Spinalrand entfernte sich vom Thorax um 4 Centimeter und bildete eine Rinne (*B* Fig. 57), während auf der gesunden Seite der Spinalrand am Thorax anliegen blieb.



Fig. 58.

Diese Erscheinungen, verglichen mit denen, die man künstlich hervorrufen kann, zeigen klar, dass auf der rechten Seite VERGALET's *Deltoideus* bei der willkürlichen Erhebung des Arms auf seine eigentliche Kraft beschränkt und der *Serratus antic.* atrophirt war. Um noch sicherer zu gehen, faradisirte DUCHENNE auch den *Deltoideus* der gesunden Seite, während der Kranke den rechten Arm horizontal erhob: sogleich nahm das linke Schulterblatt eine Stellung an (*B* Fig. 58) ähnlich der auf der andern Seite, so dass die beiden Schulterblätter flügelförmig abstanden.

Wurden die Rheophoren auf die Zacken des *Serratus* gesetzt, so machte das linke Schulterblatt die normalen Bewegungen, während

das der rechten Seite ruhig stand. Dies bewies ebenfalls die Atrophie des *Serratus* rechterseits.

Bei VERGALET waren zwar auch das untere und mittlere Drittel des *Trapezius* der rechten Seite atrophirt und man könnte dies als die eigentliche Ursache der angeführten Störungen bezeichnen, indess ist schon bei BONNARD und andern Kranken nachgewiesen worden, dass das Schulterblatt bei der willkürlichen Hebung des Arms trotz der Lähmung dieser Muskeln die normalen Bewegungen ausführt. Die Schwere des Arms zieht den äussern Winkel des Schulterblatts herab.

Die Fasern des *Deltoideus*, welche von seiner Ansatzstelle an der *Spina scapulae* von aussen nach innen und von vorn nach hinten gehen, drehen, indem sie sich verkürzen, das Schulterblatt um seinen äussern Winkel und entfernen den Spinalrand vom Thorax.

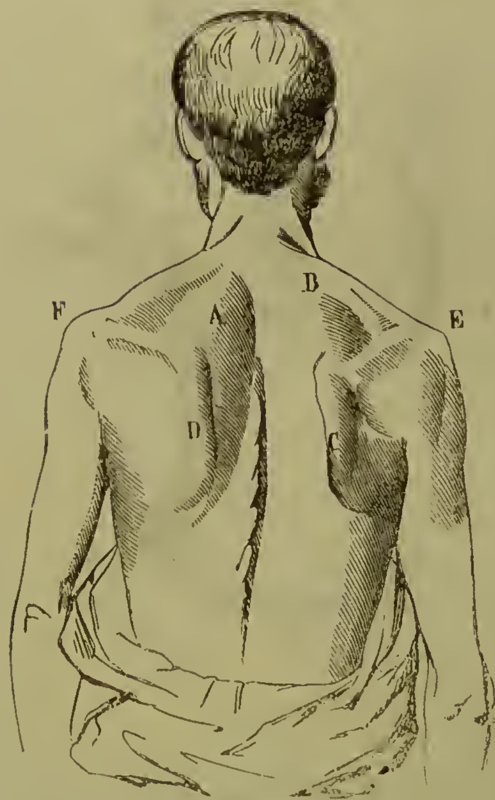


Fig. 59.



Fig. 60.

Die Fasern, welche sich an das Acromion ansetzen, senken den äussern Winkel und drehen das Schulterblatt auf dem Kopfe des Humerus, so dass der innere und untere Winkel sich hebt und der untere Winkel sich der Mittellinie nähert. Die Fasern des *Serratus anticus major*, welche sich am Spinalrand des Schulterblattes ansetzen, haben diesen (welchen das hintere Drittel des *Deltoideus* davon zu

entfernen strebt) am Thorax anzuhalten, während das gestreifte Bündel des *Serratus* kräftig auf den untern Winkel, im entgegengesetzten Sinne des Acromialbündels des *Deltoideus* wirkt.

Wenn Atrophie des *Serratus anticus major* und der untern Hälfte des *Trapezius* zugleich mit Atrophie des *Rhomboideus* bestehen, so entsteht bei der Hebung des Arms zwischen dem Schulterblatt und dem Thorax eine weite Aushöhlung, in welche man die Hand breit einlegen und bis zur Achselhöhle schieben kann.

Dies war besonders deutlich bei einem Kranken Namens Berniol der Fall. Beim ruhigen Herabhängen der Arme bemerkte man keinen auffallenden Unterschied der beiden Seiten. Es war nur zwischen dem Spinalrand und der Mittellinie eine Höhlung in Folge der Atrophie des *Rhomboideus* und *Trapezius* (siehe Fig. 59). Wurde aber der Arm nach vorn gehoben, so vergrösserte sich die höhlenartige Tasche ausserordentlich; das Schulterblatt drehte sich um seine Verticalaxe und stand weit vom Thorax ab (siehe Fig. 60). Die Haut, in der Ruhe schlaff, senkte sich schnell in die Tasche ein und legte sich fest an deren innere Wände an.

Sind zugleich mit dem *Serratus anticus major* alle drei Portionen des *Rhomboideus* atrophirt, so wird die Stellung des Schulterblatts bei der Erhebung des Armes eine andere. Man sah schon in Fig. 44 und 45 die fehlerhafte Stellung desselben in der Ruhe: diese Stellung ist bei der Hebung des Armes noch viel bedeutender. Der untere Winkel hebt sich so hoch, dass der Axillarrand des Schulterblattes schief von oben nach unten und von hinten nach vorn steht und dabei die Haut an der Seite des Halses erhebt.

Die Erhebung des Arms über die horizontale Linie geschieht durch die gleichzeitige Wirkung des *Deltoideus, Serratus anticus major* und des mittlern Bündels des *Trapezius*. Diese letztern beiden Muskeln ergänzen sich gegenseitig bei dieser Bewegung. Das mittlere Bündel des *Trapezius*, selbst wenn es sehr kräftig ist, bringt jedoch nicht immer die verticale Erhebung zu Stande.

Wenn auch der *Serratus* das mittlere Bündel des *Trapezius* bei der verticalen Erhebung des Armes ersetzen kann, so bleiben doch alle die Bewegungen schwach, wobei der Humerus sich vom Rumpfe entfernt und über die horizontale Linie erhebt. So konnte Bonnard, dessen *Deltoideus* und *Serratus* sehr kräftig waren, wegen der Atrophie des *Trapezius* keinen schwerern Hammer führen und musste ihn mit den Beugern des Vorderarmes unterstützen.

Die Lähmung oder Atrophie des *Serratus* schwächt den Arm lange nicht so bedeutend, wie der Verlust des *Deltoideus* und es können Kranke mit Atrophie des *Serratus* einen Schubkarren mit den Armen vor sich her schieben, die Hand zum Mund, zum Kopf, zur andern Schulter führen, kurz, eine Menge Bewegungen machen, die beim Verlust des *Deltoideus* unmöglich sind.

Latissimus dorsi.

Wenn der Arm gerade herabhängt, zieht

1) das obere Drittel des *Latissimus dorsi* den Arm nach innen und hinten und nähert das Schulterblatt der Mittellinie um 2—3 Centimeter. Dabei springt der Spinalrand des Schulterblatts etwas mehr hervor, bleibt aber parallel mit der Axe des Rumpfes.

2) Die beiden untern Drittel des *Latissimus dorsi* senken die Schulterecke und neigen den Rumpf leicht nach der gereizten Seite.

3) Wird das obere Drittel zugleich auf beiden Seiten gereizt, so nähern sich die beiden Schulterblätter einander, und die Schultern stellen sich schief nach vorn und innen.

4) Werden die untern Fasern des *Latissimus* beiderseits gereizt, so senken sie kräftig die Schultern und strecken den Rücken.

5) Sind die Arme vom Rumpfe entfernt, oder dient einer derselben als Stützpunkt, so beobachtet man bei der Faradisation des *Latissimus* die Einwärtsrollung des Armes. Lässt man den Muskel längere Zeit in Contraction, so wird die Respiration schwierig oder kurz.

Der *Trapezius* und *Rhomboideus* nähern allerdings auch das Schulterblatt der Mittellinie, ohne den Spinalrand aus seiner parallelen Richtung mit der Wirbelsäule zu bringen, allein sie heben dabei die Schultern und diese Stellung verursacht mit der Zeit Ermüdung, verkürzt den Hals und giebt eine ungefällige Haltung.

Der *Latissimus dorsi* dagegen kann die Schulterblätter parallel einander nähern, senkt die Schultern und hält den Rumpf gerade, denn vorzüglich dieser Muskel bewirkt die militärische Haltung.

Der obenerwähnte Kranke Berniol, der lange als Soldat gedient hatte, behielt seine militärische Haltung bei; er konnte die Schulterblätter einander nähern und die Schultern senken trotz der vollständigen Atrophie seiner *Rhomboidei* und des untern Drittels der *Trapezii*. Der *Latissimus dorsi* war bei ihm unversehrt. Bei Bonnard dagegen war der *Latissimus dorsi* atrophirt; er war zwar auch Soldat gewesen, konnte jedoch die militärische Stellung nicht annehmen, ohne seine Schultern ungraziös zu erheben und diess ermüdete ihn. Die

Schulterblätter wurden in diesem Fall nur durch die *Rhomboidei* einander genähert.

Pectoralis major.

Das obere Bündel des *Pectoralis major* besteht aus der Clavicularportion und den Fasern, die sich an den obern Theil des *Sternum* ansetzen. Faradisirt man dieses Bündel, während der Arm ruhig herabhängt, so stellt sich die Schulterecke schief, nach oben und vorn. Faradisirt man diese Bündel auf beiden Seiten zugleich, so stellen sich ausserdem die Ellenbogen nach vorn und innen und etwas nach oben und die Arme werden gegen den Thorax angedrückt.

Ist der Arm vertical erhoben, so geht er bei der Faradisation dieses Bündels von hinten nach vorn, nähert sich der Mittellinie und senkt sich bis zur horizontalen Ebene. Dabei dreht sich der Humerus um seine Axe immer nach innen, wenn er supinirt war.

Wenn endlich die Arme kreuzweise horizontal stehen, so beschreibt das ausgestreckte Glied einen Bogen von hinten nach vorn und innen, bis es nach der Mittellinie kommt.

Das untere Bündel besteht aus allen Sternalfasern mit Ausnahme derer, die sich an das oberste Stück des *Sternum* ansetzen, den Costalfasern und einem Bündel, welches nach der Abdominalaponeurose geht. Das untere Bündel zieht die Schulter nach unten, wenn der Arm am Rumpfe anliegt und senkt auch den vertical erhobenen Arm bis unter die horizontale Ebene. Diese Bewegung würde der gleichzeitigen Contraction des obern Bündels widerstreiten, welches den Arm leicht nach vorn, oben und innen bewegt. Während der Senkung durch das untere Bündel des *Pectoralis* wird der Arm nach aussen geführt, allein er stellt sich nicht ganz parallel mit der Axe des Rumpfes.

Steht der Arm perpendiculär auf der Axe des Rumpfes, so geht beim Beginn der Contraction des untern Bündels der Arm schief von oben nach unten und von hinten nach vorn. Die Functionen der beiden Bündel des *Pectoralis major* sind also sehr verschieden und sie contrahiren sich oft einzeln zu verschiedenen Zwecken.

Das obere Bündel des *Pectoralis major* hebt und senkt den Arm zugleich, je nach der Stellung des Gliedes. Dieses Senken oder Herabziehen des vertical erhobenen Armes ist bei einer Menge Bewegungen sehr wichtig, wie z. B. wenn man mit dem Säbel oder Stock zuschlagen will u. s. w. Beim Schwimmen ist die Bewegung sehr wichtig, wo die Arme kreuzweise nach vorn horizontal stehen, zu welcher Bewegung der *Deltoideus* zwar etwas, jedoch nur wenig beiträgt.

Ferner hebt das obere Bündel des *Pectoralis* die Schulter kräftig nach vorn und oben, z. B. beim Lasttragen, wobei dann auch der Arm sich fest an die Brust anlegt und der Ellenbogen etwas nach vorn steht. Ebenso bedingt dieser Muskel die Stellung beim Ausdruck der Furcht, der Demüthigung, des Gebets, indem er die Schultern nach vorn und oben bringt, den Rücken krümmt und die Brust einsinken macht. Beim Schauern aus Furcht oder im Fieber wirken seine ruckweisen Contractionen.

Die Stellungen bei allen diesen Ausdrücken kann man durch die locale Faradisation dieses Muskelbündels hervorbringen.

Das untere Bündel senkt stets den Arm, in welcher Stellung er auch sein mag und zwar führt er diese Bewegung viel kräftiger aus, als das obere Bündel, welches die Senkung nur bis zur horizontalen Linie bewirkt.

Wir sahen, dass der horizontal nach aussen gehobene Arm durch die Contraction des obern Bündels des *Pectoralis major* horizontal nach innen geführt wird. Indess kann diese Bewegung auch stattfinden, wenn der *Pectoralis major* nicht vorhanden ist, nämlich durch den *Deltoideus,* jedoch nur schwach und ermüdend.

Der *Pectoralis major* und der *Latissimus dorsi* wirken bei der Senkung des Armes mit vieler Kraft. Bei Bonnard fehlten diese Muskeln vollständig. Wenn dieser Kranke den Arm erhoben hatte, so erreichte er immer sicher und schnell die ihm vorgehaltenen Gegenstände, wenn sie tiefer waren als seine Hand. Da die directen Herabzieher seines Arms nicht vorhanden waren, so muss man ein Erschlaffen des *Deltoideus* und ein Senken des Arms durch seine Schwere annehmen.

Die Schwere des Arms kann allerdings oft die Muskelwirkung ersetzen. Allein derartige Bewegungen sind nicht kräftig genug, um irgend eine bestimmte Arbeit (Hammerführung u. s. w.) zu verrichten.

Wenn bei der Atrophie der Senker des Schulterblattes die obere Portion des *Trapezius* erhalten ist, so erhebt sich immer die Schulterecke und widersetzt sich sogar der Senkung derselben.

Bei der in Fig. 48 (s. S. 134) dargestellten Kranken waren die Roller des Humerus, der *Pectoralis major*, *Latissimus dorsi*, *Deltoideus*, die Muskeln des Armes und der Hand rechter Seite verloren. Die Schulterecke und die *Scapula* stehen auf dieser Seite 3 Centimeter höher, als auf der linken. Wollte man den äussern Winkel des Schulterblattes niederdrücken, so zeigte sich ein Widerstand vom innern Drittel des *Trapezius*, welches man gespannt fühlte.

Offenbar war die Retraction dieses Bündels, welches zum Acromion und der äussern Hälfte der *Spina scapulae* geht, die Ursache der beständigen Hebung der Schulterecke.

Aus der Krankengeschichte dieses Mädchens glaubte Duchenne keinen Grund zu der Contractur dieses Muskels entnehmen zu können, sondern er glaubte, dass dieselbe in Folge der Atrophie der Herabzieher des Schulterblattes entstanden sei.

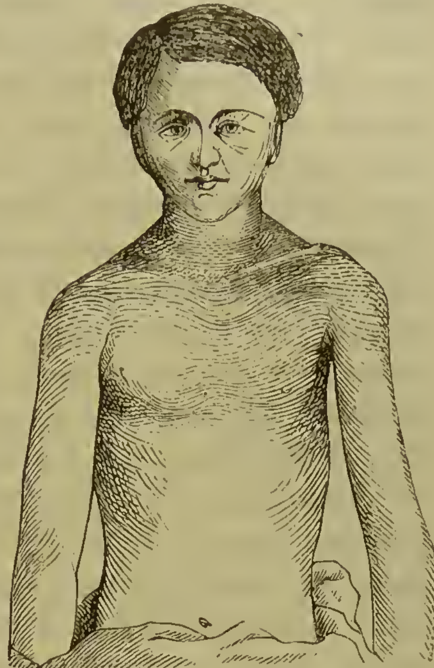


Fig. 61.

Betrachtet man dieselbe Deformität von vorn, so sieht man, dass das linke Schlüsselbein schief von innen nach aussen und oben steht. Das obere Bündel des *Trapezius* ist contrahirt. Die linke Brusthälfte ist in Folge der Atrophie des *Pectoralis major* eingedrückt, wie man in der beistehenden Fig. 61 sieht.

In derartigen Fällen ist die Contractur immer consecutive Krankheit, niemals primäre Ursache.

Diagnose der Atrophie und Lähmung des Deltoideus und deren Complicationen.

1. Gleichzeitige Atrophie des Deltoideus und des Serratus anticus major.

Die einfache Atrophie des *Serratus anticus* veranlasst, wie wir sahen, beim ruhigen Herabhängen des Armes keine auffallende Deformität, sondern nur bei Bewegungen, besonders beim Heben des Armes.

Ist nun aber der Hauptheber des Armes, der *Deltoideus*, zugleich mit atrophirt oder gelähmt, so fehlt dieses diagnostische Kennzeichen, denn das passive Heben des Arms vermag die active Contraction der Muskeln nicht zu ersetzen. Doch kann hier die Faradisation die Diagnose feststellen. Wenn man die Excitatoren vor dem untern Rand des *Latissimus dorsi* ansetzt, wo man die Zacken des *Serratus anticus major* trifft, so bleibt das Schulterblatt stehen, wenn dieser Muskel atrophirt oder gelähmt ist, während, wenn er gesund ist, das Schulterblatt seiner Wirkung folgt.

Dieses negative Zeichen zeigt sicher die Atrophie oder Lähmung des *Serratus* an, genügt jedoch nicht bei einer nur theilweisen Atrophie desselben; man muss deshalb unter den dem Schulterblatt ertheilten willkürlichen Bewegungen diejenige suchen, welche die synergische Wirkung des *Serratus* und mehrer anderer Muskeln fordert. Bei den Bewegungen der Schulter nach vorn zieht der *Serratus* den Spinalrand des Schulterblatts nach vorn und aussen, während der *Pectoralis major* auf den äussern Winkel desselben wirkt und zwar durch den Humerus, an den er sich ansetzt. Wenn bei dieser willkürlichen Bewegung der *Serratus* nicht mehr mitwirkt, so muss natürlich der Spinalrand des Schulterblatts stehen bleiben und der äussere Winkel nach aussen gezogen werden. Dies fand sich auch zuerst bei VERGALET bestätigt, bei dem der *Serratus* gelähmt, der *Pectoralis* aber gesund war. Wenn VERGALET die Schultern stark nach vorn richtete, so blieb der Spinalrand des Schulterblatts stehen. Das Schulterblatt erhob die Haut etwas, drehte sich um seine Verticalaxe und stellte sich schief von unten nach oben und von innen nach aussen. Wenn man ferner mit den Händen die Schultern des Kranken zurückschob, so merkte man auf der kranken Seite einen weit geringern Widerstand des Schulterblatts und konnte es sogar zurückdrängen.

Diese Zeichen müssen zur Diagnose der Lähmung des *Serratus* beitragen, wenn durch gleichzeitige Lähmung des *Deltoideus* die Hebung des Armes nicht möglich ist.

Wenn der *Deltoideus*, *Pectoralis major* und *Serratus* gleichzeitig gelähmt sind, so bleibt die Schulter vollkommen ruhig stehen, wenn sie der Kranke bewegen will.

2. Gleichzeitige Atrophie oder Lähmung des Deltoideus und der Rotatoren des Humerus.

A. Atrophie und Lähmung des *Infraspinatus*. (Der *Infraspinatus* und *Teres minor* bilden physiologisch betrachtet nur einen Muskel und sie können daher unter einem Namen zusammengefasst werden.) Diese Affection ist sehr häufig und ziemlich leicht zu erkennen. Wir führen sogleich ein Beispiel an. Bei einem Kranken war der *Deltoideus* unvollständig atrophirt, so dass die Bewegungen beim Schreiben ihm ziemliche Mühe machten. Wenn der Kranke einige Worte geschrieben hatte, so konnte er der Richtung der Zeilen nicht mehr folgen und musste mit der andern Hand das Papier fortbewegen. Diese Schwäche konnte nicht allein durch die Lähmung des *Deltoideus* bedingt sein, sondern hatte vermuthlich ihren Grund in gleich-

zeitiger Lähmung des *Infraspinatus*. Diese Vermuthung bestätigte sich, denn wenn dieser Muskel faradisirt wurde, so konnte der Kranke eine bis 30 Centimeter lange Linie ziehen, während er sie vorher höchstens 3—4 Centimeter lang machen konnte.

Der Verlust des *Infraspinatus* veranlasst natürlich Störungen bei noch vielen anderen Beschäftigungen, und erschwert z. B. die Nadelführung beim Sticken, Nähen u. s. w. Wenn man mit der Nadel von innen nach aussen fährt, so contrahirt sich der *Deltoideus* und *Infraspinatus* synergisch; der erste um den Arm mehr oder weniger vom Rumpfe abzubewegen, der zweite um Vorderarm und Hand nach aussen zu drehen. Die letzte Bewegung ist die wichtigere, denn die Kranken, die nur den *Deltoideus* verloren haben, können noch ganz gut nähen, während, wenn der *Infraspinatus* nicht mehr wirkt, dies nicht möglich ist, da sie den Arm nur durch den *Deltoideus* abduciren können und auf diese Weise leicht ermüden.

B. Man hat die Einwärtsrollung des Oberarms immer nur dem *Subscapularis* und *Teres major* zugeschrieben, doch besitzt der *Infraspinatus* beim ruhigen Herabhängen des Arms dieselbe Wirkung, wenn auch etwas schwächer.

Im Normalzustand wird der Oberarm durch die tonische Kraft seiner Rotatoren in einer Lage zwischen der Einwärts- und Auswärtsrollung gehalten. Sind nun die Einwärtsroller atrophirt oder gelähmt, so wird dieses Muskelgleichgewicht aufgehoben und die ihrer Antagonisten beraubten Muskeln drehen den Arm vollkommen nach aussen und damit ist ihre Wirkung ebenfalls aufgehoben. Somit bedingt der Verlust der Einwärtsroller auch den Verlust aller Rotatoren des Arms.

Sind nur die Auswärtsroller ihrer Wirkung beraubt, so kann die Hand der kranken Seite noch auf die andere Hälfte des Körpers oder Kopfs gelegt werden. Sind aber die Einwärtsroller atrophirt oder gelähmt, so ist dies nicht mehr möglich, denn weder das obere Bündel des *Pectoralis major*, noch die vordere Portion des *Deltoideus* können sie ersetzen.

Die Atrophie der Auswärtsroller kommt häufiger vor als die der Einwärtsroller, da die progressive Muskelatrophie jene gewöhnlich leicht ergreift und bei Lähmungen von traumatischer Ursache eine bedeutendere Nervenverletzung nöthig ist, um die Einwärtsroller ihrer Thätigkeit zu berauben. Die Erklärung liegt vielleicht darin, dass der *Deltoideus* schwerlich ohne den *Infraspinatus* afficirt wird, da derselbe Nerv (*circumflexus humeri*) beide Muskeln versorgt und dieser durch seine oberflächliche Lage leicht Verletzungen ausgesetzt ist. Das ana-

tomische Verhältniss der Nerven dagegen, die den *Subscapularis* und *Supraspinatus* versorgen, setzt diese Muskeln gewöhnlich ausser Gefahr.

Es ist leicht, zu unterscheiden, ob nur die Einwärtsroller ihre Wirkung verloren haben oder alle Rotatoren zugleich, obgleich in beiden Fällen die beim Gebrauch des Armes verursachten Störungen ziemlich dieselben sind. Denn wenn man den Arm nach aussen gerollt stellt und den Vorderarm halb gebeugt halten lässt, so wird ihn der Kranke offenbar nach innen drehen können, wenn die Einwärtsroller gesund sind. Will man sich von dem Zustande der Auswärtsroller überzeugen, so muss man den Versuch in umgekehrter Weise machen.

IV.

Elektrophysiologie und Pathologie der Muskeln, welche den Fuss bewegen.

Es hat sich bei der faradischen Untersuchung der Muskeln des Fusses ergeben, dass die directe Streckung und Beugung desselben nur durch Zusammenwirken mehrer Muskeln zu Stande kommen kann, da alle Streck- und Beugemuskeln des Fusses zugleich eine Adduction oder Abduction hervorbringen.

Da nun der *M. gastrocnemius* und *soleus* den Fuss strecken und adduciren, der *M. peronaeus longus* ihn streckt und abducirt, der *M. tibialis anticus* den Fuss beugt und adducirt und der *M. extensor hallucis* und *digitorum comm. longus* ihn beugt und abducirt, so benannte Duchenne ganz mit Recht diese Muskeln nach der ihnen zukommenden Function als:

Extensor adductor (*M. gastrocnemius*, *soleus*, *tibialis posticus*),
Extensor abductor (*M. peronaeus longus* und *brevis*),
Flexor adductor (*M. tibialis anticus*),
Flexor abductor (*M. extensor hallucis* und *digitor. comm. longus*).

1. Streckung des Fusses.

Die Streckung des Fusses geschieht wesentlich durch den *Extensor adductor* (*M. gastrocnemius* und *soleus*) und den *Extensor abductor* (*M. peronaeus longus*). Die langen Beuger der Zehen unterstützen nur in sehr geringem Grade die Streckung des Fusses. Der *Extensor adductor* bewirkt bei seiner faradischen Reizung (man kann sowohl die Wadenmuskeln zusammengenommen, als auch die einzelnen Bündel faradisiren) folgende Bewegungen des Fusses: 1) Eine

kräftige Streckung des Hinterfusses und äussern Randes des Vorderfusses. 2) Die innere Seite des Vorderfusses folgt dieser Streckung, jedoch mit so wenig Kraft, dass der erste Metatarsusknochen dem geringsten der Streckung entgegengesetzten Widerstand nachgiebt. 3) Der Fuss dreht sich, so dass die Spitze nach innen und die Ferse nach aussen steht, zugleich wendet sich der Fuss auf seinem äussern Rand nach aussen. 4) Die Zehen nehmen die Form einer Klaue an, d. h. die ersten Phalangen strecken sich übermässig, während sich die letztern beugen, wie wir dies schon oben bei der Hand sahen. Dass die Wadenmuskeln auch eine Beugung des Unterschenkels bewirken, ist durch faradische Untersuchung nicht nachzuweisen.

Der *Extensor abductor (Peronaeus longus)* bewirkt bei seiner faradischen Reizung: 1) eine starke Senkung der innern Seite des Vorderfusses, wobei sich das Köpfchen des ersten Metatarsusknochens um das des zweiten von oben nach unten und von innen nach aussen dreht, so dass es unter und vor demselben steht; 2) Abduction des Fusses, wodurch sein äusserer Rand gehoben wird und der *Malleolus internus* vorspringt.

Der *Extensor abductor* corrigirt gleichsam die bei der kräftigen Streckung entstehende zu starke adducirende Wirkung des *Extensor adductor*, hält die Inseite des Fusses fest und macht das Stehen auf der Fussspitze möglich. Die Bewegung der Zehen (Klauenform) ist secundär und nur Folge des durch die kräftige Streckung des Fusses aufgehobenen Muskelgleichgewichts, welches die gewöhnliche, natürliche Stellung der Zehen bedingt.

In Folge der Atrophie oder Lähmung des Extensor adductor wird beim Versuch, den Fuss zu strecken, dieser von dem nur allein wirkenden *Extensor abductor* stark abducirt und es senkt sich zugleich (wie beim elektro-physiologischen Versuch) der erste Metatarsusknochen um 1 Ctmtr., ebenso das *Os cuneiforme* und das *Os naviculare*, so dass der Vorderfuss gedreht, die Plantarseite mehr gehöhlt und die Dorsalseite des Fusses mehr gewölbt wird. Mit der Länge der Zeit tritt diese Wölbung des Fusses immer stärker hervor und der *Calcaneus* und *Astragalus*, die der Streckung des Vorderfusses nicht folgen können, bewegen sich in entgegengesetzter Richtung, d. h. die Ferse senkt sich, wodurch die Höhlung des Fusses vermehrt wird; zuletzt steht der *Calcaneus* an der Stelle des *Astragalus*.

Das Zustandekommen dieser Art von Hohlfuss ist sehr einfach und allein von der Wirkung des *Extensor abductor* bedingt, daher von

Duchenne Hohlfuss des *Peronaeus longus* genannt, durch dessen isolirte Contraction er auch hervorgebracht werden kann.

Durch die beständige Beugung des Vorderfusses verkürzen sich einzelne Fussmuskeln (der *Adductor hallucis* und *Flexor brevis digitorum*). Doch ist diese Retraction nie Ursache der Deformität, sondern nur secundär, wie sich aus der Betrachtung der Verhältnisse sofort ergiebt, da ja auch die Aponeurose der *Planta* verkürzt wird.

In Folge der Lähmung oder Atrophie des Extensor abductor verschwindet die Wölbung des Fusses fast ganz; beim Stehen entsteht Valgusstellung, so dass der innere Fussrand glatt auf dem Boden steht. Beim Streckversuch dagegen stellt sich der Fuss unter Schmerzen in die Varusstellung und am äussern Fussrand bilden sich in Folge dessen mit der Zeit Schwielen. Der Fuss ermüdet leicht, auch wird es den Kranken unmöglich, sich auf dem kranken Fuss im Gleichgewicht zu halten, da das Köpfchen des ersten Metatarsusknochen durch die tonische Kraft des *Tibialis anticus* in die Höhe gezogen und nicht dicht am Boden gehalten werden kann. Wollen solche Kranke, bei denen der *Extensor abductor* gelähmt ist, sich auf der Fussspitze im Gleichgewicht halten, so ist dies nicht möglich, denn in dieser Stellung ist der äussere Rand des Vorderfusses, auf dem das Gewicht des Körpers ruht, nicht mehr in der Richtungslinie der Schwere der unteren Extremität, die senkrecht von dem Hüftgelenk durch die Mitte des Knie's nach der untern Seite des Astragalus geht und am Köpfchen des ersten Metatarsusknochens endet. Wird die Richtung dieser Linie aufgehoben, so ruht das Gewicht des Körpers ganz auf der innern und vordern Seite des Vorderfusses und so entsteht allmählich ein Plattfuss, der mit der Heilung des *Extensor abductor* wieder verschwindet. (Wir werden weiter unten noch über das Zustandekommen dieser Art von Plattfuss und die Heilung desselben durch die Faradisation sprechen.)

Die Erscheinung, dass der Fuss beim Stehen die Valgusstellung annimmt, hat ihren Grund in der Beschaffenheit der Gelenkflächen des *Calcaneus* und *Astragalus;* denn in Folge der Erhebung des vordern Endes des ersten Metatarsusknochens (die beim Plattfuss eintritt) kann der innere Fussrand nicht in Berührung mit dem Boden bleiben, ohne sich zu drehen wie beim Valgus. Der *Malleolus internus* springt dabei sehr hervor und die Bänder werden sehr ausgedehnt. Bei Kindern ist der erworbene Plattfuss weniger schmerzhaft als bei Erwach-

senen, bei denen das grössere Körpergewicht mehr auf die nicht mehr in der Wölbung liegenden Nerven der Fusssohle drückt.

2. Beugung des Fusses.

Die Beugung des Fusses geschicht nach der faradischen Untersuchung durch das Zusammenwirken des *Flexor adductor (Tibialis anticus)* und des *Flexor abductor (Extensor digitor. comm. longus).*

Der *Flexor adductor (Tibialis anticus)* bringt bei der faradischen Reizung am gestreckten Fuss folgende Bewegungen hervor:

1) Das Köpfchen des ersten Metatarsusknochens geht schief von unten nach oben und von aussen nach innen (entgegengesetzt der ihm durch den *Extensor abductor* ertheilten Richtung) und hebt sich dann. Die ganze Inseite des Vorderfusses folgt dieser Bewegung und hierdurch wird die Vergrösserung oder Verringerung der Wölbung des Fusses bedingt. Diese Hebung der innern Seite des Vorderfusses wird durch die Gelenkflächen des *Calcaneus* und *Astragalus* möglich. 2) Der ganze Fuss wird zu gleicher Zeit stark gebeugt und adducirt. 3) Der ganze Fuss wendet sich etwas nach aussen und die Phalangen, besonders der grossen Zehe, beugen sich.

Der *Extensor hallucis longus* hilft mit bei der Beugung und Adduction des Fusses, jedoch nur sehr wenig.

Der *Flexor abductor* (*Extensor digitor. comm. longus* und *Peronaeus brevis*) bewirkt bei seiner Contraction durch faradische Reizung: 1) Beugung des Fusses und zugleich schwache Streckung der vier letzten Zehen; 2) Abduction des Fusses, dessen äusserer Rand sich hebt, während der *Astragalus* sich im Verhältniss senkt und die Fusssohle etwas nach aussen steht. 3) Die grosse Zehe beugt sich und der erste Metatarsusknochen ist gesenkt.

Duchenne hat diese am lebenden Menschen gemachten Beobachtungen an einem frisch amputirten enthäuteten Unterschenkel vollkommen bestätigt.

Der *Flexor abductor* streckt allerdings auch die Zehen, doch sehr schwach; viel stärker wirkt er abducirend und kann allein die Wirkung des *Flexor adductor* neutralisiren, deshalb ist die Benennung *Flexor abductor* viel passender als die *Flexor digitor. comm. longus.* Die Kreisbewegung des Fusses kommt dadurch zu Stande, dass der *Flexor abductor* und *Flexor adductor* abwechselnd wirken, d. i. beugen, abduciren und adduciren.

In Folge der Atrophie oder Lähmung des Flexor adductor die öfters isolirt vorkommt, kann der Fuss weder direct gebeugt noch adducirt werden. Dies dient zugleich als Bestätigung des elektrophysiologischen Versuches.

Die Beugung des Fusses ist zwar noch möglich, doch ist sie immer mit Abduction verbunden, da sie durch den *Flexor abductor* und den dessen Wirkung etwas neutralisirenden *Extensor hallucis longus* geschieht. Hierbei wird die grosse Zehe im rechten Winkel auf den Metatarsusknochen gestreckt und der *Extensor hallucis longus* wird hypertrophisch, so dass seine Sehne einen fast ebenso starken Vorsprung bildet, wie die Sehne des *Tibialis anticus* auf der gesunden Seite. Dies kann als diagnostisches Kennzeichen der Lähmung des *Tibialis anticus* dienen.

Wenn beim Gehen der Fuss den Boden verlässt um sich nach vorn zu bewegen, so beugt sich der Fuss. Da dies nun bei der Lähmung des *Flexor adductor* nur mit Abduction geschehen kann, so wendet sich der Fuss mehr nach aussen und wird so wieder auf den Boden aufgesetzt. Dies bewirkt etwas Schwäche und sogar Hinken. Endlich wird auch die Wirkung der Extensoren über den gelähmten *Flexor adductor* überwiegend; es stösst dann beim Gehen der Fuss gegen den Boden an und somit entsteht zuletzt *Pes equinus.* Ausserdem kommt auch dann durch die andauernde Verkürzung der Extensoren während der Ruhe deren Contractur und Retraction zu Stande.

Die Atrophie und Lähmung des Flexor abductor hat ähnliche Störungen zur Folge, nur mit dem Unterschiede, dass die seitlichen Bewegungen in entgegengesetzter Richtung geschehen. Demnach können Kranke mit gelähmtem *Flexor abductor* den Fuss nicht beugen, ohne ihn zu adduciren und die Fusssohle nach innen zu drehen. Der Vorderfuss krümmt sich von unten nach oben, so dass man bisweilen den Astragalus und das Calcaneum hervortreten sieht.

Durch die secundäre Contractur des *Flexor adductor* kommt die Sehne des *Flexor abductor* allmählich an eine andere Stelle, nämlich neben die Sehne des *Flexor adductor* (*Tibialis anticus*), und es wirkt nun der *Flexor abductor* als *Flexor adductor*.

Die reine **Abduction und Adduction des Fusses** geschieht hauptsächlich durch den *Tibialis posticus* und durch den *Peronaeus brevis.* Der *Tibialis posticus* hat besonders die Function den Fuss zu adduciren und wird auch von Duchenne als *Adductor* bezeichnet. Die Peronäen und besonders der *Peronaeus longus* dagegen abducirt den

Fuss und wird von DUCHENNE *Abductor* genannt. Diese Muskeln wirken unabhängig von der Streckung und Beugung und halten durch ihre synergische Contraction den Fuss beim Stehen fest, indem sie sein Ausweichen nach innen und aussen verhindern; deshalb veranlasst Atrophie und Lähmung dieser Muskeln Unsicherheit beim Stehen und Gehen oder das Fehlen eines einzelnen Muskels Varus- oder Valgusstellung.

V.

Elektrophysiologie des Zwerchfells.

Auch behufs der Feststellung der Function des Zwerchfells hat DUCHENNE Untersuchungen angestellt und hat deshalb zuerst durch die locale Faradisation die isolirte Contraction des Zwerchfells an lebenden Menschen hervorzurufen versucht. Er setzte bei einem Kranken die Rheophoren auf den *N. phrenicus* an der Stelle, wo er den *Scalenus anticus* kreuzt, ehe er in die Brust tritt. Sogleich hoben sich die Zwerchfellrippen der gereizten Seite und stellten sich nach aussen. Diese Rippen traten um so mehr hervor, als die Haut sich in die Intercostalräume einsenkte. Geschah die Faradisation auf beiden Seiten, so vergrösserte sich der Querdurchmesser; der Längsdurchmesser nur wenig. Dabei drang wider Willen des Kranken die Luft heftig in die Luftwege ein und es entstand dadurch im Larynx und in der Luftröhre ein langer Seufzer. Um zu sehen, ob in diesem Fall die Erweiterung der Lungen zur Ausdehnung der untern Rippen nöthig sei, verhinderte DUCHENNE die Luft in diese einzudringen, und schloss Mund und Nase des Kranken. Dabei erweiterte sich die untere Brusthälfte ebenso gut, als wenn die Luft in die Lungen eindränge, aber der Kranke fühlte einen heftigen Schmerz in der Basis des Thorax an der gereizten Seite. (Dieser Schmerz konnte durch die Trennung der Pleurablätter verursacht sein, die selbst bei den Respirationsbewegungen anliegen.)

Einen andern Versuch machte DUCHENNE an einem menschlichen Leichnam, dessen Irritabilität noch nicht erloschen war. Ein sehr intenser Strom wurde in die *Nervi phrenici* eines eben gestorbenen Subjects geleitet und es zeigten sich dabei genau die oben beschriebenen Erscheinungen, d. h. die falschen Rippen wurden nach oben und aussen gehoben (excentrisch bewegt), das Hypochondrium und Epigastrium erweiterte sich, während der Cadaver

eine laute Inspiration machte. Dieser Versuch zeigt, dass auch im vorigen Versuch keine synergische Contraction anderer Muskeln, sondern nur die isolirte Contraction des Zwerchfells stattgefunden hatte.

Versuche an lebenden und todten Thieren, deren *N. phrenicus* blossgelegt war, gaben dieselben Resultate. In gewissen Ausnahmefällen werden die excentrischen Bewegungen der untern Rippen auf die obern fortgepflanzt, was Duchenne bei fünf Pferden beobachtet hat. Die Thiere wurden auf eine Seite gelegt und sobald der Strom das Zwerchfell zur Contraction brachte, hob sich die Thoraxwand der gereizten Stelle in ihrer ganzen Ausdehnung.

Wenn man beim ausgeweideten Thiere den Strom auf den blossgelegten *N. phrenicus* wirken lässt, so zieht das Zwerchfell die Rippen bei seiner Contraction nach innen, bewegt sie also concentrisch. Doch ist diese Bewegung weit geringer als die excentrische. Hört der Strom auf, so gehen die Rippen in Folge ihrer Elasticität wieder in ihre frühere Stellung zurück. Es ist das Zwerchfell daher unter diesen Umständen für die falschen Rippen ein Exspirationsmuskel.

Im Momente, wo man die Rheophoren auf die *N. phrenici* setzt, werden die Muskelfasern, welche zum Centrum des Zwerchfells gehen, geradlinig und geben dem äussern Theil eine schiefe Richtung von aussen nach innen und von unten nach oben, während das Centrum des Zwerchfells, das am Pericardium anliegt, sich senkt, aber seine horizontale Ebene beibehält. Allein dieses Senken hört auch beim stärksten Strom bald auf und man kann diesen Muskel nie bis zu seinen Ansätzen an die Rippen und das Brustbein herabbringen. Beim Maximum seiner Contraction nimmt das Zwerchfell die Form eines abgestumpften Kegels an, dessen Basis dem untern Theil der Brust entspricht.

Die Contraction des Zwerchfells ist bei geöffnetem Bauche nicht zu schwach, um eine grössere Senkung hervorzubringen; denn man kann sein Herabsteigen durch die an das Centrum angelegte Faust nicht hindern und nur bei stärkstem Kraftaufwand das Senken verringern.

Wenn man beim todten nicht ausgeweideten Thiere das Zwerchfell faradisch zur Contraction brachte, so hörte man dabei eine geräuschvolle Inspiration. Diese Erscheinung findet beim ausgeweideten Thier nicht statt. Dies beweist, dass im letzteren Fall die Luft in geringerer Quantität und mit weniger Kraft in die Luftwege eindringt, da beim ersten Versuch der Raum der untern Hälfte sich nach allen Rich-

tungen erweitert, beim zweiten dagegen sich der Querdurchmesser verringert.

Nach Beau und Maissiat soll sich das Pericardium kräftig der Senkung des Zwerchfells widersetzen, um ihm einen Stützpunkt darzubieten, durch welchen es die Rippen, an die es sich ansetzt, heben und nach aussen bewegen könne. Indess konnte Duchenne bei allen seinen Versuchen diese hohle Sehne des Zwerchfells (wie sie das Pericardium nennen) nicht hindern, die Basis der Brust zu verengen oder die untere Hälfte der Brust zu erweitern, je nachdem die Eingeweide vorhanden oder herausgenommen waren. Diese Bewegungen in entgegengesetzter Richtung, je nachdem die Baucheingeweide während der Contraction des Zwerchfells eingesunken sind oder nicht, beweisen, dass die Ausdehnung der falschen Rippen durch die Contraction des Zwerchfells in dem Stützpunkt begründet ist, welchen dieser Muskel dann auf den Baucheingeweiden hat. Die eingebrachte Faust genügte zwar nicht als Stützpunkt, allein die Baucheingeweide bieten eine hinreichend grosse Oberfläche dar und diese Stützung des Zwerchfells von unten her ist eine Hauptsache für dessen Einathmungsthätigkeit.

Durch Betrachtung einiger Fälle von **Krankheiten**, der Atrophie und Lähmung und des Starrkrampfs des Zwerchfells, wird uns die Richtigkeit der beim elektrophysiologischen Versuch gewonnenen Resultate noch mehr vergewissert.

Bei Atrophie des Zwerchfells sinken bei der Inspiration das Epigastrium und die Bauchwände ein, statt sich zu heben, während sich die Thoraxwände heben und erweitern, und umgekehrt bei der Exspiration.

Dasselbe ist der Fall bei Lähmung des Zwerchfells nach Bleiintoxication, Hysterie und Entzündung benachbarter Organe. Die Respiration ist hierbei sehr beschleunigt und wird es bei Bewegungen, Gehen und Sprechen noch viel mehr. Bei allen diesen Affectionen wurden beim Einathmen die Bauchwände eingezogen, während sich die untern Thoraxwände hoben, beim Ausathmen dagegen hoben sich die Bauchwände und der Brustkorb verengte sich. Die Einathmung geschieht stellvertretend durch die *Mm. intercostales*, *trapezii*, *sternocleidomastoidei*, *serrati*, *pectorales* u. s. w.

Die spasmodische Contraction des Zwerchfells bewirkt das Schlucken u. s. w. Ist aber der Krampf anhaltend (Starrkrampf), so wird er zur Contractur. Im Augenblick, wo sich das Zwerchfell zusammenzieht, erweitert sich besonders der untere

Querdurchmesser des Thorax, Epigastrium und Hypochondrion heben sich; der Kranke versucht vergeblich die Basis des Thorax zu verengen und die Lungen von unten nach oben zu drängen, indem er energisch die Bauchmuskeln contrahirt. Durch diese Anstrengungen treten die Eingeweide in die Hypochondrien und der Querdurchmesser der untern Brusthöhle wird dadurch noch grösser.

Dritter Theil.

Specielle Elektrotherapie.

Therapeutische Wirkungen der Elektricität im Allgemeinen.

Die vielseitigen physiologischen Wirkungen der Elektricität machen es wohl erklärlich, dass dieselbe bei den verschiedenartigsten Krankheiten als Heilmittel wirken kann. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Elektricität nicht nur bei den so mannigfaltigen Formen der Nervenkrankheiten, den Lähmungen, Krämpfen und Sensibilitätsstörungen, sondern auch bei Krankheiten, welche auf Anomalieen der Secretion und Excretion beruhen, oft wahrhaft wunderbare Heilwirkungen entfaltet hat und auch in der Chirurgie und Geburtshülfe hat sich der Strom als ein mächtiges und unschätzbares Heilmittel eingebürgert.

Je genauer man nun die physiologischen Wirkungen der Elektricität kennen gelernt hat, um so sicherer und rationeller ist auch die Anwendung derselben als Heilmittel geworden, und wenn wir auch noch weit entfernt davon sind, die Heilwirkungen des Stromes immer bestimmt erklären zu können, so ist doch an Stelle der rohen empirischen Heilversuche jetzt der Anfang einer auf physikalische und physiologische Anschauungen gegründeten wissenschaftlichen Elektrotherapie getreten.

Bei der Entwicklung dieses jungen Zweiges der Heilkunde hat sich aber auch der alte Erfahrungssatz bewahrheitet, dass eine rationell betriebene Praxis mehr als alles andere fruchtbringend und bereichernd auf die Theorie zurückwirkt, und es ist anerkannt, dass durch die elektrische Untersuchungsmethode bei so manchen bisher dunklen Lähmungsformen höchst werthvolle diagnostische Aufschlüsse gewonnen worden sind über den Ort und die Art der Erkrankung.

Am genauesten kennen wir die physiologischen Reizwirkungen der Elektricität auf die motorischen Nerven und es haben zunächst auch die erregenden, erregbarkeitsändernden und modificirenden Wirkungen des Stromes ihre ausgebreitetste Anwendung bei Nerven-

krankheiten gefunden, ebenso wie die erfrischenden Wirkungen des Stromes sich als nützlich bewährt haben bei Ermüdung und Erschöpfung des Muskelsystems.

Bei der Behandlung der **Lähmungen** der Nerven und Muskeln ist die Elektricität in erfolgreichster Weise angewendet worden und sie erscheint dabei als das kräftigste Reizmittel, das uns überhaupt bekannt ist, als ein Mittel, das direct antiparalytisch wirkt, welches aber auch, insofern es die Willensherrschaft über die in Krampf oder Zittern begriffenen Muskeln kräftigt, antispastische Wirkungen äussert.

Indem aber der elektrische Strom Contractionen der Muskeln hervorruft, welche Bedingung für deren Existenz sind, übt er zugleich auf die Ernährung der Muskeln trophische Wirkungen aus, bei denen ausserdem auch die Reizung der vasomotorischen Nerven und Gefässe und das Zustandekommen von elektrolytischen Vorgängen zu berücksichtigen ist.

Auf elektrolytischen Vorgängen beruhen weiterhin die oft wunderbaren, resorptionsfördernden Heilwirkungen des elektrischen Stromes bei Krankheiten, welche auf **Anomalieen der Secretion** und **Excretion** beruhen.

Schon Froriep[1]) beobachtete die günstigen Wirkungen der Elektricität bei rheumatischen Entzündungen und sah die Resorption von Exsudaten im Zellgewebe zu Stande kommen. Spätere Elektrotherapeuten haben die elektrolytischen Wirkungen, welche hierbei zur Geltung kommen, weiter verwerthet und so hat die Elektricität eine erfolgreiche ausgebreitete Anwendung gefunden bei der Behandlung von chronischen rheumatischen und traumatischen Entzündungen der Gelenke, Muskeln, Sehnen u. s. w., ferner bei Exsudaten, die nach entzündlichen Zuständen zurückbleiben, bei schmerzhaften Geschwülsten und Lymphdrüsenanschwellungen und bei Krankheiten, die auf mangelnder Absonderung drüsiger Organe oder der Schleimhäute beruhen.

Nach Remak hat man die elektrolytischen Wirkungen des Stromes als **katalytische** Wirkungen bezeichnet, weil bei dem angedeuteten Einfluss auf die Gewebe nicht blos Elektrolyse im engeren Sinne wirkt, sondern zugleich die durch Einwirkung auf die vasomotorischen Nerven und die Blutgefässe bedingte Erleichterung der Circulation in Betracht

---

[1]) Die Heilwirkungen der Elektricität. Erstes Heft: Die rheumatische Schwiele. Weimar 1843.

kommt. Es können nämlich bei der Einwirkung des elektrischen Stromes auf die Gewebe unterschieden werden: Erweiterung von Blut- und Lymphgefässen, dadurch bedingte oder damit verbundene Befreiung stockender Blut- und Lymphzellen, Aufsaugung von Exsudaten durch Erregung eines Säftestromes im Innern der Gewebe, sowie ein elektrolytisch-chemischer Umsatz in den Geweben, verbunden mit einem elektrodynamischen Transport von Flüssigkeiten von einem Pol zum andern.

Es ist diese Erscheinungsreihe zum grössten Theil hypothetisch, sie hat jedoch viel Wahrscheinlichkeit für sich und kann wenigstens einigermassen zur Erklärung der erfahrungsgemäss ganz wunderbaren therapeutischen Wirkungen dienen, welche der Strom unter günstigen Umständen bei den verschiedenartigen Exsudationen entfaltet hat.

Einen grossen Theil der erzielten Wirkungen müssen wir aber ohne Zweifel auf die Reizung der vasomotorischen Nerven und Gefässe beziehen, durch welche die katalytischen Wirkungen indirect zu Stande kommen.

Solche indirecte katalytische Wirkungen kommen wahrscheinlich zur Geltung bei der in neuerer Zeit von manchen Elektrotherapeuten vielfach angewendeten galvanischen Behandlung des Sympathicus zur Heilung verschiedener allgemeiner Neurosen, der Psychosen und vieler Erkrankungen der Centralorgane des Nervensystems.

Wenn auch die Erfahrungen über den heilsamen Einfluss des elektrischen Stromes bei Epilepsie, Chorea, Katalepsie, sowie bei der Basedow'schen Krankheit und verwandten Krankheitsformen noch vereinzelt sind, so ist doch zu erwarten, dass sich dieselben häufen werden und sicher hat die Elektrotherapie bei allen diesen und ähnlichen Erkrankungen eine grosse Zukunft.

Als oberster Grundsatz der Elektrotherapie gilt die Behandlung in loco morbi, d. h. die möglichst localisirte Anwendung des Stromes auf die erkrankten Organe. Es ist jedoch die Beschränkung der Einwirkung der Elektricität auf einen einzelnen Körpertheil niemals eine vollständige und darum sind besonders in Fällen, bei denen man längere Zeit starke Ströme angewendet hat, von denen Stromschleifen entferntere Körpertheile treffen, allgemeine Reizwirkungen oder **Nebenwirkungen** auf den Gesammtorganismus unvermeidlich, wenn sie auch nur bei empfindlichen Personen deutlich zum Vorschein kommen. Besonders bei der galvanischen Behandlung spinaler oder cerebraler Erkrankungen, bei der Galvanisirung des *Sympathicus* zur

Erzielung indirecter katalytischer Wirkungen, bei der Anwendung elektrischer Bäder und der von Beard und Rockwell gegen Nervenschwäche empfohlenen „allgemeinen Elektrisirung“ treten solche Nebenwirkungen auf. Ausser dem bei galvanischer Reizung des *Sympathicus* gewöhnlich eintretenden eigenthümlichen Metallgeschmack, dem bekannten Schwindelgefühl u. s. w. empfinden manche aufgeregte, ängstliche oder grübelnde Kranke (oft genug nur wegen Vorurtheilen über die Anwendung elektrischer Ströme) nach der Behandlung die sonderbarsten Dinge. In der Regel jedoch pflegt sich ein entschiedenes Schlafbedürfniss einzustellen, wobei sich die vermehrte Wärme des behandelten Theiles dem übrigen Körper in wohlthätiger Weise mittheilt, und es rühmen viele Kranke noch lange Zeit nach der Behandlung die günstigen Nachwirkungen auf ihr Allgemeinbefinden.

Dass rationell angewendete elektrische Curen „angreifend“ seien, habe ich nie gefunden und nach meinen Erfahrungen kann man auch sehr zarte Naturen ohne Nachtheil energischen elektrischen Behandlungen unterwerfen. Dasselbe gilt auch von Frauen während der Schwangerschaft und nur bei Neigung zu habituellem Abortus dürfte bei Anwendung stark erregender Ströme einige Vorsicht zu empfehlen sein.

Elektrische Untersuchungsmethode.

Die elektrische Untersuchung der sensiblen und motorischen Nerven und der Muskeln ist ein äusserst werthvolles diagnostisches Hülfsmittel geworden, ohne welches eine genauere Einsicht in die Pathologie gewisser Lähmungsformen kaum zu erlangen ist. Denn die elektrische Untersuchung ermöglicht in vielen Fällen ein bestimmtes Urtheil über den anatomischen Sitz der Lähmung, gibt uns Anhaltspunkte für die Prognose und bestimmt zugleich oft genug die Indicationen für eine erfolgreiche Behandlung.

Marshall-Hall[1]) hat zuerst die Aufmerksamkeit der Aerzte auf den Werth des Galvanismus als diagnostisches Hülfsmittel bei Lähmungen gerichtet. Er stellte die Behauptung auf, dass die cerebralen und die spinalen Paralysen in Bezug auf die Erregbarkeit der Muskeln in den gelähmten Gliedern ein ganz

[1]) On the condition of muscular irritability in the paralytic muscles. Med.-Chir. Transactions II. IV. 1839.

entgegengesetztes Verhalten zeigen und fand bei cerebralen Paralysen[1]) die Muskelirritabilität vermehrt, bei spinalen Paralysen dagegen verringert.

Nachdem weiter Todd, Pereira und Duchenne die Richtigkeit dieses Satzes angegriffen hatten, wurden später von Duchenne, M. Meyer, Althaus u. a. die Untersuchungen auch noch auf andere als nur cerebrale und spinale Lähmungen ausgedehnt, und durch die dabei gemachten Beobachtungen wurde die Anregung gegeben zu den trefflichen neueren Arbeiten von Ziemssen, Erb, Brenner, Benedikt u. a., auf welchen die jetzigen elektrischen Untersuchungsmethoden begründet sind.

Die elektrische Untersuchung wird zunächst angewendet, um den Grad und die Art der **Erregbarkeit der motorischen Nerven und der Muskeln** zu prüfen.

Wir wissen, dass die motorischen Nerven auf den elektrischen Reiz reagiren und zwar mit einer Contraction der von ihnen versorgten Muskeln, und dass diese Contraction von einer eigenthümlichen Empfindung begleitet ist. Man nennt nach Duchenne die Fähigkeit der Muskeln, sich bei der elektrischen (faradischen) Reizung zu contrahiren, die elektromusculäre Contractilität und das Vermögen, die diese Contraction begleitende Empfindung wahrzunehmen, die elektromusculäre Sensibilität.

Beide Eigenschaften sind im gesunden Zustande immer zugleich vorhanden, während sie bei gewissen krankhaften Affectionen entweder nur einzeln bestehen oder auch zusammen verloren gehen oder verringert oder erhöht erscheinen können. So finden wir z. B. bei hysterischen Lähmungen normale elektromusculäre Contractilität bei oft vollständig erloschener elektromusculärer Sensibilität. Dabei kann die elektrocutane Sensibilität (zu deren Prüfung die faradische Reizung das geeignetste Mittel ist) erhalten oder verringert oder erloschen sein. Nach dem verschiedenen Verhalten der elektromusculären Contractilität theilte Duchenne die Lähmungen in zwei grosse Classen und erweiterte damit die von Marshall-Hall begründete Elektrodiagnostik.

---

[1]) Marshall-Hall nannte „cerebrale Paralysen" Lähmungen der willkürlichen Bewegungen, bei welchen die Muskeln dem Einfluss des Gehirns entzogen sind, und ebenso „spinale Paralysen" solche Lähmungen, bei welchen die Muskeln dem Einfluss des Rückenmarks entzogen sind, z. B. nach Continuitätstrennungen der motorischen Nerven.

Ausser der faradischen muss man aber auch die galvanische Erregbarkeit der Muskeln und Nerven prüfen, da diese bei manchen Krankheiten sich ganz verschieden gegen beide Stromesarten verhalten.

Wir haben früher gesehen, dass die Reaction der Nerven und Muskeln auf den elektrischen Reiz im gesunden Zustande in ganz bestimmter Weise nach dem sogenannten Zuckungsgesetz erfolgt. In eben so bestimmter Weise kommen aber auch bei Krankheiten verschiedene pathologische Abweichungen vom normalen Zuckungsmodus vor, nämlich quantitative und qualitative Veränderungen der Erregbarkeit, deren Feststellung für die Diagnose und Prognose von hoher Wichtigkeit ist.

Die Erregbarkeit der Nerven und Muskeln zeigt freilich bei verschiedenen Individuen so grosse Unterschiede, dass es unmöglich ist anzugeben, welches die zur Hervorrufung einer Zuckung erforderliche normale Stromstärke sei. In den meisten Fällen müssen daher die Urtheile über die etwa gefundenen Veränderungen der Erregbarkeit nur auf die durch Uebung gewonnenen Erfahrungen gestützt werden. Mit Sicherheit lassen sich Veränderungen der Erregbarkeit nur in den Fällen feststellen, wo man (wie bei einseitigen Lähmungen) symmetrische gesunde Körpertheile zum Vergleich hat.

Die Angaben, die sehr häufig in Krankengeschichten gemacht werden über die angewendete Stromstärke, haben natürlich nur einen relativen Werth, da die Inductionsapparate ebenso wie die galvanischen Elemente je nach ihrer Construction und dem Zustande, in welchem sie sich befinden, höchst verschiedene Stromstärken liefern. Für feinere Untersuchungen[1]) ist die Anwendung eines sehr empfindlichen in die Leitung eingereihten Galvanometers unentbehrlich. Bei der faradischen Untersuchung ist bei einer eintretenden Zuckung genau der Rollenabstand an der Scala abzulesen und zu bemerken und bei der galvanischen Untersuchung bei einer durch Unterbrechung des Stromes erregten Zuckung ausser der Zahl der angewendeten Elemente und dem eingeschalteten Widerstand auch der am Galvanometer beobachtete Nadelausschlag zu notiren und beim Untersuchungsbefund anzugeben.

Die elektrische Untersuchung hat nun, wenn die Erregbarkeit nicht eine normale und unveränderte ist, folgende Abweichungen zu berücksichtigen:

---

[1]) Vergl. Erb: Zur Lehre von der Tetanie nebst Bemerkungen über die Prüfung der elektrischen Erregbarkeit motorischer Nerven. Archiv für Psychiatrie. B. IV. 1873.

1. Steigerung der elektrischen Erregbarkeit. Bei der faradischen Prüfung zeigen die Nerven und Muskeln eine grössere Anspruchsfähigkeit, d. h. dieselben reagiren auf geringere Stromstärken, als die entsprechenden Muskeln der andern Körperseite und lässt sich dies durch den zur Erzielung einer Contraction nöthigen Rollenabstand ausdrücken. Selbstverständlich ist zu dieser Prüfung technisches Geschick unerlässlich und sind die früher angegebenen Cautelen, nämlich gleichmässige Durchfeuchtung der Haut, sicheres Aufsetzen der Elektroden, genügende Dauer der Reizung u. s. w., wohl zu berücksichtigen.

Bei der galvanischen Untersuchung (nach der polaren Methode Brenner's (s. oben S. 77) äussert sich die gesteigerte Erregbarkeit durch Auftreten von KaSZ bei sehr geringer Stromstärke, durch Uebergang der Zuckung in Tetanus und baldiges Auftreten von AnSZ. (Bei feineren, zu therapeutischen Zwecken nicht unbedingt nöthigen Untersuchungen ist ausserdem noch die durch die elektrische Reizung selbst bedingte sogenannte secundäre Erregbarkeit, sowie das eigenthümliche Verhältniss zwischen motorischer und sensibler Reaction zu berücksichtigen.

Die Steigerung der elektrischen Erregbarkeit kommt vor bei rheumatischen Facialislähmungen in den ersten Tagen ihres Auftretens, ferner bei manchen frischen cerebralen Lähmungen, welche mit motorischen Reizerscheinungen verbunden sind, bei einzelnen Fällen von Tabes und nicht selten bei traumatischen Lähmungen nach längerer faradischer Behandlung gleichzeitig mit Hyperästhesie gegen alle Reize.

2. Verminderung der elektrischen Erregbarkeit. Dieselbe äussert sich bei der faradischen Prüfung als eine geringere Anspruchsfähigkeit der Nerven und Muskeln und kann so beträchtlich sein, dass selbst bei Anwendung der stärksten faradischen Ströme keine Contraction mehr hervorgerufen werden kann. Man bezeichnet diesen Zustand auch als herabgesetzte oder aufgehobene (erloschene) elektromusculäre Contractilität.

Bei der galvanischen Reizung ist in diesem Falle auch durch die stärksten Ströme keine tetanische Contraction bei KaS zu erzielen, es bleiben AnSZ und AnOZ aus und es entsteht nur KaSZ, bis endlich bei vollständig erloschener galvanischer Erregbarkeit auch bei KaS keine Zuckung mehr eintritt.

Herabsetzung der elektrischen Erregbarkeit kommt vor bei manchen cerebralen Lähmungen, z. B. bei der Bulbärparalyse; bei vielen spinalen Lähmungen mit Muskelatrophie und (meist verbunden mit

12*

qualitativen Erregbarkeitsänderungen) bei sehr vielen traumatischen und rheumatischen Lähmungen.

3. Qualitativ-quantitative Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit. Dieselben äussern sich durch gesteigerte oder verminderte faradische oder galvanische Erregbarkeit und zugleich durch (qualitative) Aenderung des Zuckungsmodus; sie treten jedoch in den Nerven und Muskeln in verschiedener Weise auf, so dass dieselben von einander getrennt zu betrachten sind. Aus den Untersuchungen von Ziemssen und Weiss, Brenner und Erb hat sich ergeben, dass diese Erregbarkeitsveränderungen im engsten Zusammenhang stehen mit den histologischen Veränderungen (Degeneration) im Nerv und Muskel und man hat deshalb die bei der elektrischen Untersuchung sich ergebenden Befunde nach Erb[1]) als Entartungsreaction bezeichnet.

Im Nerven zeigt sich bald nach dem Entstehen der Lähmung ein gleichmässiges Sinken der faradischen und der galvanischen Erregbarkeit, die nach einigen Tagen vollkommen erlischt und später allmählich fast bis zur Norm zurückkehrt.

Im Muskel zeigt sich bei faradischer Reizung dieselbe Erscheinungsreihe, nämlich gleichmässiges Sinken, Erlöschen und später allmähliche Wiederkehr der faradischen Contractilität. Die galvanische Erregbarkeit des Muskels dagegen sinkt zwar anfangs ebenso wie die faradische, zeigt jedoch bald eine beträchtliche Steigerung mit gleichzeitiger qualitativer Veränderung des Zuckungsmodus. Statt der kurzen Zuckungen erscheinen träge, langgezogene Contractionen und es wird dabei die sonst schwache AnSZ ebenso stark oder noch stärker wie die KaSZ und umgekehrt die KOZ stärker wie die AnOZ. Im Heilungsfalle sinkt die gesteigerte galvanische Erregbarkeit allmählich wieder und bleibt oft noch lange Zeit verringert.

Diese auffällige Entartungsreaction, bei der die Muskeln auf die nur momentane Dauer habende faradische Reizung gar nicht, auf die länger andauernde galvanische Reizung[2]) dagegen sehr leicht reagiren, wurde zuerst bei rheumatischen Facialislähmungen, später aber auch bei vielen andern rheumatischen und traumatischen Lähmungen beobachtet und scheint nur bei peripherischen Lähmungen vorzukommen.

---

[1]) Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge No. 46.

[2]) Neumann, Deutsche Klinik 1864. Nr. 7.

Bei manchen krankhaften Zuständen, besonders bei progressiver Muskelatrophie, beobachtet man ausser der gesteigerten Erregbarkeit der elektrisch untersuchten Nerven auch noch eine im Allgemeinen erhöhte Reflexerregbarkeit, welche sich dadurch kundgiebt, dass in Muskeln, welche von der gereizten Stelle entfernt liegen, Reflexcontractionen auftreten. Diese Beobachtung wurde zuerst von Remak bei der Galvanisation des *Ganglion cervicale supremum* gemacht und nannte Remak die dabei auftretenden Zuckungen diplegische Reflexcontractionen. Solche diplegische Contractionen können bei manchen spinalen Erkrankungen von den verschiedensten Körperstellen ausgelöst werden und sind dieselben diagnostisch nicht zu verwerthen.

Die elektrische Untersuchung der Sinnesorgane ist besonders bei Erkrankungen des Gehörorgans von hoher Bedeutung. Brenner hat durch seine ausgezeichneten Forschungen eine ganze Reihe von Veränderungen der galvanischen Reaction des *N. acusticus* nachgewiesen, bei der bald einfache Hyperästhesie, bald Hyperästhesie mit qualitativer Veränderung oder mit vollständiger Umkehr der Normalformel auftritt. Brenner[1]) hat als Schlusssatz seiner „Untersuchungen und Beobachtungen über die Wirkung elektrischer Ströme auf das Gehörorgan im gesunden und kranken Zustande“ deutlich ausgesprochen, dass ein krankes Ohr ferner nicht für vollkommen untersucht gelten kann, so lange nicht auch der galvanische Strom zu diesem Zwecke in fachmässig eingehender Weise verwendet worden ist.

Methode der elektrischen Behandlung.

Eine auf physiologischer Grundlage beruhende elektrische Behandlungsmethode ist nur erst dann denkbar, wenn wir eine vollkommen klare Einsicht in die Ursachen und das Wesen der Krankheitsvorgänge gewonnen haben. So lange dies aber nicht möglich ist, muss sich die Elektrotherapie wie bisher auf empirischem Wege weiter entwickeln, und wenn dabei die physiologische Basis als Leitfaden dient, so wird auch, wie in andern Zweigen der Heilwissenschaft, die Praxis der Theorie dereinst nicht mehr feindlich gegenüber stehen.

Wenn überhaupt ein Krankheitsfall einer elektrischen Behandlung unterzogen werden soll, so fragt es sich, wie und nach welcher

[1]) Versuch zur Begründung einer rationellen Elektro-Otiatrik. Leipzig 1868. Giesecke u. Devrient.

Methode dies geschehen soll. Bei der Entscheidung dieser Frage kann man sich nur auf die gewonnenen Erfahrungen stützen und es ist unmöglich, allgemeine Regeln darüber zu geben, welche Stromesart bei der Behandlung von Krankheiten den Vorzug verdiene, ob der Inductionsstrom oder der galvanische Strom, da ihr gegenseitiges Wirkungsgebiet nicht mit Sicherheit abgegrenzt werden kann. Die Zeit ist vorüber, in der die Elektrotherapeuten sich in zwei Lager spalteten und fanatisch für die Anwendung der einen oder der andern Stromesart kämpften und man erkennt mehr und mehr, dass in den meisten Fällen eine Abwechslung oder Combination der faradischen und galvanischen Behandlung die günstigsten Resultate zu erzielen scheint.

Die Methode der örtlichen Faradisation ist in ihrer Technik zuerst von Duchenne vollständig ausgebildet worden und über den Werth derselben als Reizmittel zur peripheren Behandlung von gewissen Krankheiten der Nerven und Muskeln herrscht kein Zweifel. Die Erfahrung hat gelehrt, dass der faradische Strom bei den verschiedensten krankhaften Zuständen günstige Heilwirkungen geäussert hat und es ist fraglich, ob derselbe nicht auch zur centralen Behandlung in Zukunft eine ausgebreitetere Anwendung finden wird. Nicht so bestimmt hat die Erfahrung darüber entschieden, ob die auf die Stromesrichtung basirte Methode der Galvanisirung oder die von Brenner auf die verschiedenen Polwirkungen begründete polare Methode den Vorzug bei der Behandlung von Krankheiten verdiene, und es ist dies auch nicht zu erwarten, so lange wir nicht im Stande sind zu sagen, welche Stromesrichtung oder welcher Pol in bestimmten Krankheitsfällen der günstig wirksamste sei.

Das bei jeder Anwendung des Stromes nachgewiesene Auftreten von doppelten, entgegengesetzt gerichteten Strömen im durchflossenen Nerven und die Unmöglichkeit, einen Nerven ausschliesslich der Einwirkung des einen oder andern Poles auszusetzen, machen erklärlich, dass man überhaupt weder der auf die Polwirkungen noch der auf die Richtungswirkung basirten Methode einen hervorragenden therapeutischen Werth[1]) zuerkennen kann. Durch beide Methoden sind zweifellos günstige Heilwirkungen erzielt worden und es ist nicht anzunehmen, dass wirklich die eine Methode da etwas geleistet haben sollte, wo die andere gänzlich resultatlos geblieben ist.

---

[1]) Ueber den relativen Werth einiger Elektrisationsmethoden von Dr. E. Hitzig. Archiv für Psychiatrie 1872.

Bei der Anwendung der Elektricität zu Heilzwecken gilt als oberster Grundsatz die Behandlung in loco morbi, d. h. die möglichst localisirte Anwendung des Stromes auf die erkrankten Organe.

Wo es sich demnach um Reizung eines Nerven oder um Erzielung der sogenannten katalytischen oder der trophischen Wirkungen handelt, wie bei der Behandlung von Gelenken oder Muskeln, wird man immer beide Pole auf das betreffende Organ einwirken lassen, damit dasselbe möglichst vollständig vom Strome durchflossen werde.

In Bezug auf die Technik der Elektrisirung verweise ich auf die früher gegebenen Auseinandersetzungen und es mögen hier nur noch einige allgemeine therapeutische Vorschriften angeführt werden.

Im Allgemeinen ist es zu rathen, im Beginn einer elektrischen Behandlung nur sehr schwache Ströme anzuwenden, um den Kranken allmählich an die eigenthümlichen, oft schmerzhaften Empfindungen zu gewöhnen, und kann man sich bei der Wahl der anzuwendenden Stromstärke von dem subjectiven Gefühl der Kranken leiten lassen.

Schwache Ströme kann man solche Ströme nennen, die eben ausreichen, um am eigenen Körper (z. B. an den Muskeln des Daumenballens) eine deutliche sicht- und fühlbare Contraction hervorzubringen, oder die ein leichtes Brennen auf der Haut hervorrufen. Durch Uebung am eigenen Körper kann man bald eine gewisse Erfahrung in dieser Beziehung gewinnen.

Während jeder einzelnen elektrischen Sitzung muss dann z. B. bei der Behandlung mancher Lähmungen der Strom allmählich soweit verstärkt werden, bis die beabsichtigte Muskelcontraction ihr Maximum erreicht hat. Von da ab ist die Stromstärke wieder zu verringern. Diese „schwellenden Ströme" sind von Frommhold als sehr wirksam bei vielen krankhaften Zuständen empfohlen worden.

Alle plötzlichen Unterbrechungen und besonders die Stromwendungen sind nur in Fällen anzuwenden, bei denen man stark erregende Wirkungen erzielen will.

Die Anwendung galvanischer Ströme am Kopf erfordert wegen der grossen Erregbarkeit der Centralorgane des Nervensystems und der Reizbarkeit des Sehnerven grosse Vorsicht, denn es sind Fälle bekannt, bei denen nach unvorsichtiger Anwendung des Stromes Apoplexie und vollständige Blindheit eingetreten ist. Die Einschaltung eines Rheostaten zum Ein- und Ausschleichen des Stromes und die

Messung der Stromstärke am Galvanometer sind für die Galvanisirung des Kopfes unbedingt nöthig, denn es hat die Erfahrung gelehrt, dass auch schwache Ströme sehr erregend auf das Gehirn wirken.

Zur Verminderung des Leitungswiderstandes der Haut empfiehlt es sich in manchen Fällen, besonders bei älteren Leuten mit dicker Epidermis, unmittelbar vor jeder elektrischen Behandlung ein laues Localbad nehmen zu lassen.

Die Dauer der einzelnen Behandlungen oder Sitzungen braucht gewöhnlich nur eine kurze zu sein und in den meisten Fällen genügen 2—5 Minuten. Nur wenn man elektrolytische Effecte bei der Behandlung von Geschwülsten u. s. w. erzielen will, muss der Strom längere Zeit wirken.

Im Allgemeinen aber ist es nicht rathsam, die Sitzungen über 10—15 Minuten auszudehnen, weil sonst häufig Uebermüdung, durch Reflexreizung erzeugte Muskelschmerzen, Steifigkeiten und mancherlei nicht erwünschte Nebenwirkungen eintreten.

Die einzelnen Organe dürfen in der Regel nur kurze Zeit und in angemessenen Pausen gereizt werden, so dass man z. B. einen Muskel 20—30 Secunden faradisirt, dann auf einen andern übergeht und nach einigen Minuten wieder zu dem ersten zurückkehrt.

Für manche Fälle allgemeiner Nervenschwäche ist von Beard und Rockwell eine „allgemeine Elektrisirung“ empfohlen worden, wobei der ganze Körper nach und nach dem Einfluss des faradischen oder galvanischen Stromes unterworfen wird.

Ob die elektrischen Sitzungen ein- oder mehrmals täglich, jeden zweiten Tag oder noch seltener vorzunehmen sind, hängt von besondern Umständen ab und lassen sich darüber ebensowenig wie über die Gesammtdauer einer elektrischen Cur allgemeine Vorschriften geben. Dieselbe kann schwanken zwischen Tagen und Jahren und oft genug werden verschiedene einzelne Elektrisationsmethoden erst längere Zeit versucht werden müssen, ehe man einen bestimmten Plan der Behandlung consequent durchführen kann.

Ausdauer und Geduld sind für den Elektrotherapeuten unerlässliche Eigenschaften.

Ihre ausgebreitetste und erfolgreichste Anwendung hat die Elektricität von jeher bei der Behandlung der Lähmungen gefunden. Insbesondere sind die Wirkungen des elektrischen Stromes bei peripheren traumatischen Lähmungen der Gegenstand eingehender

Untersuchungen gewesen, die zugleich ein genaues Studium der pathologischen Anatomie dieser und verwandter Krankheitsformen veranlasst haben.

Durch die ausgezeichneten Untersuchungen von Waller, Vulpian, Erb, Neumann und vielen anderen sind die nach traumatischen Läsionen folgenden Vorgänge der Degeneration und Regeneration der Nerven und Muskeln gründlich erforscht worden. Zugleich hat man aber nach den trefflichen Arbeiten von Ziemssen und Weiss[1]), Erb[2]) u. a. erkannt, dass die schon länger bekannten eigenthümlichen Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit bei diesen Lähmungen im engsten Zusammenhang mit den histologischen Veränderungen im Nerven und Muskel stehen.

Hierdurch sind viele, früher dunkle, nur aus therapeutischen Beobachtungen gewonnene Thatsachen aufgeklärt und es ist der diagnostische, prognostische und therapeutische Werth der elektrischen Untersuchung wesentlich erhöht worden. Einzelne jener älteren Beobachtungen haben aber ein so hohes praktisches Interesse, dass auch jetzt noch ihre Mittheilung in der Hauptsache willkommen sein dürfte.

1. Traumatische Lähmungen.

Jede Verletzung der gemischten Nervenstämme verursacht eine mehr oder weniger beträchtliche Lähmung der willkürlichen Bewegungen der von diesen Nerven versorgten Muskeln, nicht minder aber auch Sensibilitätsstörungen, die jedoch geringer und weniger belästigend, als die Motilitätsstörungen zu sein pflegen.

Traumatische Lähmungen können an allen Körpertheilen vorkommen und wir verdanken Duchenne die nähere Kenntniss einer grossen Zahl von Lähmungen einzelner Muskeln und Muskelgruppen. (Dieselben sind im zweiten Theil dieses Buches mitgetheilt.) Die meisten traumatischen Lähmungen werden jedoch beobachtet an den Extremitäten, da auf diese am leichtesten traumatische Schädlichkeiten einwirken.

Luxationen, Fracturen, Dehnungen, Erschütterung, Druck, Quetschungen, Stoss, Schnitt-, Hieb- und Schussverletzungen, langwierige Eiterung nach Zellgewebsentzündung

[1]) Veränderungen der elektr. Erregbarkeit bei traumat. Lähmungen. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. IV.

[2]) Zur Pathologie u. pathol. Anatomie peripherer Paralysen. ibid. Bd. IV. u. V. und über rheum. Facialislähm. Bd. XV.

und alle nur denkbaren traumatischen Einwirkungen können Lähmungen leichterer oder schwerer Art zur Folge haben. Oft sind schon gering scheinende Traumen Ursache langdauernder Lähmungen. Dahin gehören die sogenannten „Krücken-Lähmungen", die durch Druck einer harten Krücke auf die Nerven in der Achselhöhle bedingt sind; die Lähmungen des Armes nach Schlafen in falscher, unbequemer Lage; die Lähmungen bei Kutschern durch Umwickeln des Leitseils um den Arm oder bei Arrestanten (ich sah einen Fall, bei dem durch Fesselung rechts der *N. ulnaris* und links der *N. radialis* gelähmt war); Lähmungen nach Tragen einer Bandage u. s. w.

Ausser den nach schweren Zangenentbindungen bei Neugeborenen vorkommenden Compressionslähmungen des Facialis, des Armes, der Hand u. s. w. beobachtete Duchenne auch nach Wendungen, bei denen die Entwickelung des Armes besonders schwierig war, Lähmungen des Armes. Dieselben sollen durch Dehnung des *Plexus brachialis* bei den starken Tractionen des hakenförmig in die Achselhöhle des Kindes eingesetzten Fingers entstehen und sind dabei der *Deltoideus*, der *Infraspinatus* und die Beugemuskeln des Vorderarmes gelähmt. Die eigenthümliche Haltung des leicht nach innen gedrehten, schlaff am Körper hängenden Armes ist charakteristisch für diese, oft mit secundären Contracturen complicirten „Entbindungs-Lähmungen", die gewöhnlich erst spät bemerkt werden. (Die rechtzeitig angewendete Faradisation der gelähmten, verringerte Contractilität zeigenden Muskeln hat bei diesen Lähmungen Besserung und Heilung erzielt.)

Erb[1]), der einen ähnlichen Fall beobachtete, glaubt, dass die häufigste Ursache dieser Entbindungslähmungen die bei Wendung mit Extraction gewöhnlich nothwendige Ausführung des sogenannten Prager Handgriffes ist. Die den Hals des Kindes gabelförmig umfassenden Finger des Geburtshelfers können sehr leicht die Wurzeln des *Plexus brachialis* und diesen selbst so comprimiren, dass eine mehr oder weniger hartnäckige Lähmung entsteht. Die Mitbetheiligung des *Infraspinatus* an der Lähmung, dessen Nerv vom obersten Bündel des *Plexus brachialis* aus dem 5. und 6. Cervicalnerven entspringt, spricht dafür, dass die lähmende Einwirkung oben am Halse an den *Scalenis* stattgefunden habe.

Durch faradische isolirte Reizung dieser Stelle konnte Erb den *Deltoideus*, *Biceps*, *Brachialis internus* und die *Supinatoren* gleich-

---

[1]) Verhandl. des Heidelberger naturhist. med. Vereins 1874.

zeitig zur Contraction bringen und es müssen die auch bei Erwachsenen vorkommenden Lähmungen, für die das gleichzeitige Befallen der oben genannten Muskeln charakteristisch ist, als im *Plexus brachialis* localisirt angesehen werden.

Die elektrische Untersuchung der traumatisch gelähmten Nerven und Muskeln ergiebt eine Reihe von qualitativ-quantitativen Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit, welche im Nerv und Muskel vollkommen verschiedene sind und dann die sogenannte Entartungsreaction darstellen.

Im Nerven zeigt sich sehr bald nach dem Eintritt der Lähmung (am 3.—5. Tage) ein gleichmässiges Sinken der faradischen und der galvanischen Erregbarkeit, die in schweren Fällen nach 8—14 Tagen vollständig erlischt. Dieser Zustand dauert längere oder kürzere Zeit und erst wenn die Regeneration des verletzten Nerven beginnt, zeigen sich auch wieder die ersten Spuren der faradischen und galvanischen Erregbarkeit, die dann langsam wieder zunimmt; jedoch bleibt dieselbe oft noch lange verringert, wenn auch die willkürlichen Bewegungen wieder hergestellt sind. Es scheinen hiernach die Nerven in einem bestimmten Stadium der Regeneration wohl leitungsfähig für den Willen, aber unerregbar gegen elektrische Reize zu sein.

Die gelähmten Muskeln zeigen, ebenso wie die Nerven in der ersten Woche, eine zunehmende Verringerung der faradischen Erregbarkeit, die in schweren Fällen bald völlig erlischt und erst nach vollkommener Regeneration des verletzten Nerven langsam wieder zunimmt.

Die galvanische Erregbarkeit der Muskeln ist in der ersten Woche des Bestehens der Lähmung ebenso wie die der Nerven verringert, aber schon nach 10—15 Tagen zeigt sich bei schweren Fällen jene Entartungsreaction, bei der die Muskeln auf den faradischen Strom gar nicht, auf den galvanischen Strom dagegen mit grösster Leichtigkeit reagiren. Mit dieser Steigerung der galvanischen Erregbarkeit ist verbunden eine qualitative Aenderung des Zuckungsmodus. Die kurzen Zuckungen werden zu trägen, langgezogenen Contractionen, die AnSZ wird gleich der KaSZ, ja sogar stärker als diese und umgekehrt die KOZ stärker als die AnOZ.

Dieser Zustand dauert, je nach dem Grade der eingetretenen Atrophie der Muskeln, oft Monate lang, bis dann im Heilungsfall die Steigerung der galvanischen Erregbarkeit langsam wieder abnimmt, die faradische Erregbarkeit wächst und die normale Reactions-

weise wieder hergestellt wird, wenn dieselbe auch noch lange Zeit verringert erscheint[1]).

Je nach dem Grade der Verletzung sind diese Befunde bei der elektrischen Untersuchung mehr oder weniger deutlich, da die Veränderungen der Erregbarkeit im engsten Zusammenhang mit der Degeneration der betroffenen Nerven und Muskeln stehen. Man wird hiernach bedeutungsvolle Schlüsse für die Prognose der traumatischen Lähmungen ziehen können und es hat die Erfahrung gezeigt, dass bei deutlichem Auftreten der Entartungsreaction auch in anfangs scheinbar nur leichten Fällen eine erst nach Monaten eintretende Heilung zu erwarten ist. Die dauernde und bei nach Wochen wiederholter Untersuchung unveränderte Entartungsreaction ist als absolut ungünstiges Zeichen anzusehen. Am günstigsten ist die Prognose bei leichteren, sogenannten „Mittelformen" der Lähmung, bei denen die Entartungsreaction unvollständig ist und die faradische und galvanische Erregbarkeit nur verringert erscheint.

Die therapeutische Wirkung des elektrischen Stromes bei traumatischen Lähmungen ist sowohl eine antiparalytische als auch eine katalytische. Zunächst wird die erregende, erregbarkeitserhöhende und erfrischende Wirkung des Stromes auf die ihrer Motilität beraubten Muskeln zur Geltung kommen und es wird der mächtige elektrische Reiz die für die Willensleitung unerregbaren Nervenbahnen wieder frei machen, wenn zugleich durch die katalytischen Wirkungen der Heilungsvorgang an der Stelle der Nervenverletzung gefördert wird. Die beträchtliche Steigerung der Temperatur nach faradischer Reizung der Muskeln und die Erweiterung der feinsten Gefässe der Haut erklären den so ausserordentlich wohlthätigen Einfluss der elektrischen Behandlung gelähmter Glieder. Man findet bekanntlich bei veralteten traumatischen Lähmungen einen deutlich messbaren, 1—5° C. betragenden Temperaturunterschied zwischen der gesunden und der kranken Seite. Die Circulation ist unvollständig, die Haut zeigt keine entwickelten Venen, ist bläulich, ödematös, bei einwirkender Kälte sehr schmerzhaft und klagen die Kranken über dauerndes lästiges Kältegefühl bei ausserdem bestehender Anästhesie.

Auf diese krankhaften Zustände äussert die elektrische Behandlung zuerst ihre günstige und oft überraschende Wirkung. Nach

[1]) Vergl. Dr. M. Bernhardt: über periphere Lähmungen. Archiv für Psychiatrie. Bd. VII. 1877.

jeder Sitzung erscheinen die Venen angeschwollen, die Temperatur ist oft um 5—6 ° C. erhöht, das subjective Kältegefühl macht einer behaglichen Wärmeempfindung Platz und nicht selten tritt nach mehreren Sitzungen Hyperästhesie ein, die schon DUCHENNE als günstig für den weiteren Verlauf bezeichnete.

In den Muskeln zeigen sich die günstigen Wirkungen des Stromes bei einmal eingetretener Atrophie natürlich sehr langsam, doch ist in manchen Fällen besonders an den nur secundär oder indirect durch Unthätigkeit oder Druck eines Verbandes gelähmten Muskeln nach der Elektrisirung ein wirkliches Aufquellen und Erfrischtwerden nicht zu verkennen. Dabei geht die Heilung in der Regel in absteigender Richtung vor sich, so dass z. B. am Arm zuerst die Muskeln des Oberarms, dann die des Vorderarms, zuletzt die der Hand ihre Motilität wieder erlangen.

Die Dauer der Behandlung wird immer von dem Grade der Verletzung abhängen, denn während leichte Compressionslähmungen oft in wenigen Tagen heilen, erfordern schwere Fälle eine meist mehrmonatliche Behandlung, die aber bei genügender Ausdauer doch zuletzt glänzende Erfolge haben kann.

Bezüglich der Zeit der Anwendung der Elektricität war man früher der Ansicht, dass man die Faradisirung der Muskeln sobald als möglich nach der die Lähmung veranlassenden Nervenverletzung anzuwenden habe, weil man hoffte, dadurch die in vielen Fällen eintretende Atrophie der Muskeln zu verhindern. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass der elektrische Strom nicht in allen Fällen die Fortleitung der Willenserregung zu den Muskeln ersetzen kann. So lange noch nicht die Regeneration der verletzten Nerven begonnen hat, atrophiren die Muskeln trotz der sogleich und consequent angewendeten Faradisation. Nach längerem Bestehen der Lähmung äussert sich dagegen der heilende Einfluss der Faradisation sehr bald und wurde DUCHENNE durch diese Erfahrung veranlasst, die traumatischen Nervenlähmungen in frische und in veraltete Fälle zu theilen. Bei allen seinen Beobachtungen zeigte sich, dass die therapeutische Wirkung bei veralteten Fällen deutlicher und rascher war als bei frischen Fällen. Aus den neueren Untersuchungen über den Ablauf der elektrischen Erregbarkeitsveränderungen und den damit zusammenhängenden histologischen Veränderungen in den Nerven und Muskeln werden jene praktischen Erfahrungen vollständig erklärt. Es ist danach aber auch begreiflich, dass man bei schweren traumatischen Lähmungen mit der

methodischen elektrischen Behandlung erst dann beginnen muss, wenn der Anfang einer Regeneration im verletzten Nerven zu erwarten ist, was selten vor der 4. Woche des Bestehens der Lähmung der Fall ist. Eine früher begonnene Behandlung schwerer Fälle ist unnütz und ermüdet die Geduld des Arztes und der Kranken, die sich nicht der bisher erfolglos angewendeten Cur unterziehen wollen, wenn der geeignete Zeitpunkt gekommen ist, von dem an die Behandlung erst erfolgreich sein kann. Zu rathen ist jedenfalls bei schweren Fällen eine etwa alle 3—4 Wochen vorzunehmende elektrische Untersuchung und kann die Wiederkehr der Motilität und das Undeutlichwerden der Entartungsreaction als der zum Beginn der elektrischen Behandlung geeignete Zeitpunkt bezeichnet werden.

Die Art der Behandlung wird bei verschiedenen Fällen verschieden sein müssen. Nach genauer Untersuchung der elektrischen Erregbarkeit wird man in leichten Fällen bei nur wenig verringerter faradischer Contractilität durch indirecte oder directe Faradisation der gelähmten Muskeln in wenigen Sitzungen oft glänzende Resultate erzielen. Hierher gehören die nach mehrwöchentlichem Tragen eines Verbandes oder nach andauernder falscher, unbequemer Lage u. s. w. zurückbleibenden leichten Compressionslähmungen, bei denen einmaliges Faradisiren nicht selten wunderbare Dienste leistet.

Bei schwereren Fällen muss nach DUCHENNE's Erfahrungen jeder Muskel einzeln faradisirt werden und zwar am besten durch starke, schnellschlägige Ströme, um zunächst die Sensibilität zu erwecken.

Nach meinen langjährigen Erfahrungen empfehle ich für alle schweren Fälle eine combinirte faradische und galvanische Behandlung, die bei consequenter Anwendung auch in verzweifelten Fällen noch treffliche Erfolge haben kann.

Die Behandlung wird womöglich täglich oder jeden zweiten Tag vorgenommen und rathe ich vor jeder Sitzung ein warmes Localbad nehmen zu lassen, um den Leitungswiderstand der Haut zu vermindern und das betreffende Glied empfänglicher für die Einwirkung des elektrischen Stromes zu machen.

Je nach dem Grade der Erregbarkeit werden die gelähmten Muskeln einzeln direct oder indirect bei wachsender Stromstärke faradisirt, bis eine deutliche Contraction entsteht. In manchen Fällen ist die labile Faradisation nützlich, welche darin besteht, dass man die positive Elektrode auf den Nervenstamm aufsetzt und mit der negativen Elektrode Streichungen in der Richtung der zu reizenden

Muskeln ausführt. In dieser Weise wird jeder Muskel einzeln in Pausen wiederholt zur Contraction gebracht.

In ähnlicher Weise werden nach 2—5 Minuten labile galvanische Ströme angewendet. Dabei wird die Anode in möglichster Nähe der Nervenverletzung aufgesetzt und werden die Streichungen bei gelindem Druck mit der Kathode ausgeführt. Hierauf werden bei fester Stellung beider Elektroden durch Unterbrechungen im Stromwender Zuckungen in den Muskeln ausgelöst und nach gesteigerter Erregbarkeit derselben nochmals die faradische Reizung vorgenommen, so dass die ganze Sitzung etwa 6—10 Minuten dauert.

Die anzuwendende Stärke des faradischen und galvanischen Stromes ist nach der Erregbarkeit der Kranken zu bestimmen und wird als genügend zu betrachten sein, wenn bei der Reizung deutliche Zuckungen, mässiges Brennen und Hautröthe hervorgerufen werden.

Als Beispiele führe ich einige **Beobachtungen** aus Duchenne's Werk an, welche als ausgezeichnete Fälle ein hohes Interesse bieten und eine historische Bedeutung haben.

1. Frische Lähmungen. 1) Vanbelle, Schneider, 25 Jahr alt, war bei einem Streit zu Boden geworfen worden und hatte davon eine Luxation des linken Oberarmes nach vorn bekommen, weshalb er am 3. Febr. 1850 in's Spital trat. Der Ellenbogen stand etwas vom Körper ab, der Arm war unmerklich verkürzt, das Acromion sehr hervortretend, der *Deltoideus* eingesunken, der Kopf des Humerus bildete eine deutliche Geschwulst hinter dem *M. pectoralis maj.* unter der *Clavicula.* Durch Bewegungen entstanden heftige Schmerzen und in den Muskeln des Armes unwillkürliche kräftige Contractionen, weshalb man auch die Reduction nicht sogleich vornehmen konnte. Am andern Morgen hatte der Kopf des Humerus von selbst eine andere Stelle eingenommen und stand gerade unter dem *Pectoralis major* in der Achselhöhle unter der *Cavitas glenoidalis.* Passive Bewegungen verursachten noch Schmerz, doch blieben heute dabei die Muskeln erschlafft. Willkürliche Bewegungen waren nicht möglich; die Muskeln der Hand, des Vorderarms und Oberarms hatten vollständig ihre Motilität verloren; die *Pectorales*, der *Latissimus dorsi* und einige Schultermuskeln hatten ihre Contractilität behalten und konnten den Arm etwas bewegen. Die Wirkung dieser Muskeln war übrigens kräftig genug, um bei der Reduction Schwierigkeiten zu machen. Der Kranke wurde deshalb chloroformirt, wonach die Reduction leicht von statten ging. Nach der Reduction fühlte der Kranke nur einen mässigen Schmerz im Gelenk, gab ein Gefühl von Eingeschlafensein in der Hand und am linken Vorderarm an, konnte aber seine Muskeln in keiner Weise willkürlich contrahiren. Der Schmerz verschwand nach einigen Tagen, indess blieb Arm und Hand bewegungslos. Die Sensibilität der Haut war unversehrt. Dieser Zustand blieb in den nächsten Wochen derselbe.

Am 2. März, einen Monat nach dem Unfall, fand Duchenne, der den Kranken untersuchte, folgenden Zustand: Das gelähmte Glied abgemagert. Die willkürlichen Bewegungen desselben vollkommen verloren. Die Schulter kann durch den

Trapezius und den *Levator anguli scapulae* gehoben und durch den *Pectoralis* nach vorn bewegt werden. Kein Muskel contrahirt sich auch bei der stärksten directen oder indirecten Faradisation. In den Muskeln, die sich unter dem elektrischen Einfluss nicht contrahiren, wurde zwar die elektrische Reizung gefühlt, es war elektromusculäre Sensibilität vorhanden, jedoch war sie, verglichen mit der der gesunden Seite, nur halb so stark. Die elektrocutane Reizung erregt im Vorderarm der kranken Seite bedeutend schwächere Empfindungen, als in dem der gesunden Seite. Die Temperatur ist in dem gelähmten Gliede verringert.

Die gelähmten Muskeln wurden einzeln regelmässig einen Tag um den andern 8—10 Minuten lang faradisirt, und zwar mit starkem und sehr schnellschlägigem

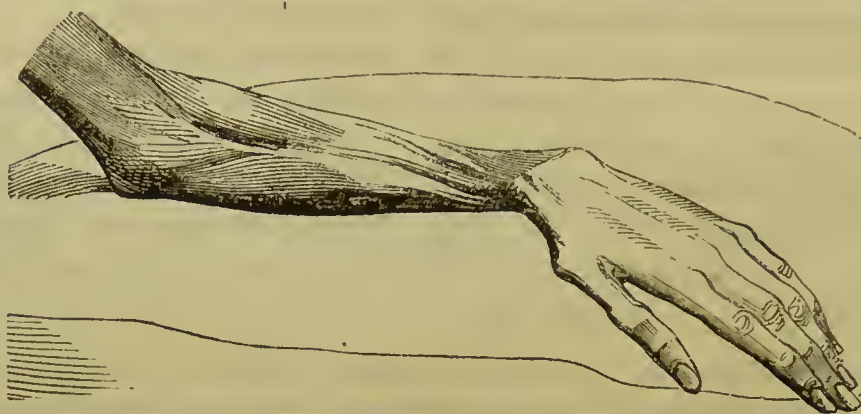


Fig. 62.

Strom. Trotzdem ging die Atrophie rasch vorwärts, so dass nach einem Monat Oberarm, Vorderarm und Hand beträchtlich atrophirt waren; die Muskeln zeigten nicht mehr die gewöhnlichen Wölbungen. Die Hand war fast vertrocknet, die Ballen am Daumen und am kleinen Finger verschwunden; die Sehnen der Flexoren machten einen bedeutenden Vorsprung in der Hohlhand und auf dem Handrücken zeigten sich tiefe Furchen im Bereich der Zwischenknochenräume, Fig. 62.

In kurzer Zeit jedoch bekam der *Deltoideus*, der wenig von seiner Irritabilität verloren hatte, durch die fortgesetzte Faradisation seine willkürlichen Bewegungen wieder und auch die Nerven des Oberarms wurden gegen die faradische Reizung und das Berühren sehr empfindlich. Etwa sechs Monate nach dem Unfall erstreckte sich diese Empfindlichkeit auch auf die Muskeln und der Kranke klagte über fortwährende Schmerzen und lästiges Brennen. Diese Ueberreizung machte für einige Zeit eine Unterbrechung der Behandlung nöthig, die nach einigen Tagen jedoch schon wieder aufgenommen wurde. Es fingen jetzt an die Beugung und Streckung des Vorderarmes sich zu zeigen und die Muskelwölbungen erschienen wieder. Auch im Vorderarme traten Erscheinungen der Ueberreizung auf und es zeigte sich allmählich die Wiederkehr der willkürlichen Bewegungen, jedoch anfänglich schwach und nicht in allen Muskeln gleichmässig. Die Beugung des Handgelenks und der beiden letzten Fingerphalangen war die erste wiederkehrende Bewegung, dann erschien die Streckung der ersten Phalangen, die Streckung des Daumens und zuletzt die Streckung des Handgelenks. Zwar waren dazu mehrere Monate nöthig; aber nach dieser Zeit waren auch die Muskeln des Oberarms und der *Supinator longus* ebenso entwickelt, als auf der


Fig. 63.

gesunden Seite. Ihre Kraft zu willkürlichen Bewegungen war normal, jedoch contrahirten sie sich nicht unter dem Einfluss selbst der stärksten Ströme.

Die Muskeln des Vorderarms gewannen ebenfalls jeden Tag an Ernährung und Kraft; nur die Handmuskeln erschienen hartnäckiger. Es wurde deshalb die elektrische Reizung einzig auf diese Muskeln angewandt und auch hier erschien die Ueberreizung so, dass der Kranke nach acht Sitzungen die Behandlung nicht fortsetzen wollte; die Hand war ausserordentlich schmerzhaft und der Kranke trat aus dem Spital. Da er jedoch die Bewegungen seiner Hand nicht von selbst wiederkehren sah, so fing er die Behandlung wieder an. Die Hand war jetzt nicht mehr so sehr vertrocknet, die Spreizung der Finger ging leicht von statten, die Zwischenknochenräume füllten sich aus, kurz, die *Interossei* hatten ihre Wirkung auf die Phalangen wieder erlangt. Die Muskeln des Daumenballens gaben aber im Mai 1851 noch kein Lebenszeichen von sich, bis endlich auch hier die Ueberreizung mit Vermehrung der Wärme eintrat nun begann die Ernährung, so dass der Daumenballen sichtbar zunahm. Im Februar 1852 waren zwar die Bewegungen noch nicht vollständig wiedergekehrt, indess war ihre Heilung wie an den andern Stellen zu erwarten.

Fig. 63 zeigt das gelähmte Glied nach der Anwendung der örtlichen Faradisation. Bis auf die Muskeln am Daumenballen, die auf dem Wege der Heilung sind, ist Ernährung und willkürliche Bewegung wieder hergestellt. Als die Muskeln des Armes und Vorderarmes Ernährung und Bewegung schon wieder erlangt hatten, dauerte die Heilung der Hand noch lange. Sobald sich die Extensoren und Flexoren am Vorderarm entwickelt hatten, streckten sich die ersten Phalangen der Finger, während die beiden letzten eine gebeugte Stellung annahmen, so dass die Hand die

schon früher erwähnte Form einer Kralle annahm (Fig. 64). Die ersten Phalangen, welche, ehe die langen Extensoren auf sie einwirkten, mechanisch gebeugt werden konnten, setzten dieser Bewegung jetzt ein Hinderniss entgegen, was von einer Hypertrophie der Metacarpusköpfchen herzurühren schien, die man in der Hohlhand hervorspringen sah. Bei der willkürlichen Contraction der langen Extensoren vermehrten sich diese pathologischen Erscheinungen; andererseits wirkten die Flexoren sehr kräftig auf die beiden letzten Phalangen, hatten aber keinen merklichen Einfluss auf die ersten.

Diese Deformität dauerte lange, bis endlich die Ernährung in den Muskeln der Zwischenknochenräume wiederkehrte. Das mechanische Hinderniss, das sich in den Köpfen der Mittelhandknochen der Beugung der ersten Phalangen entgegen zu setzen schien, verminderte sich mehr und mehr und der Kranke beugt jetzt die Finger willkürlich im rechten Winkel. Ebenso geschieht die Streckung und Ausspreizung der beiden letzten Phalangen fast ebenso, wie auf der gesunden Seite.



Fig. 64.

Am Daumen zeigte sich zuerst die Wiederkehr des *Flexor longus*, der die erste und etwas die zweite Phalanx beugte, ohne jedoch auf die Stellung des ersten Mittelhandknochens einzuwirken. Nach ihm entwickelte sich der *Extensor longus* ziemlich schnell und dann gelangten die Phalangen in ihre natürliche Stellung.

Vor der Behandlung hatte der Kranke immer ein Kältegefühl im Arme und war unempfindlich gegen Luftzug, auch war die Temperatur in dem kranken Arm viel geringer, als im gesunden. Aber schon nach achttägiger Faradisation war die normale Wärme im kranken Gliede wieder hervorgerufen. Die Haut war erst blass und ohne sichtbare Venen; nach mehrmonatlicher Behandlung aber waren auch diese Erscheinungen normal und die Capillarcirculation schien sehr gehoben. Das ganze Glied war vor der Behandlung abgemagert, alle Bewegungen aufgehoben. Es war daher natürlich zu schliessen, dass alle Muskeln in gleicher Weise afficirt seien oder dass alle die sie versorgenden Nervenfasern in gleicher Weise gelitten hätten. Wir sahen jedoch, dass die unterhalb des *Deltoideus* gelegenen Muskeln ihre elektrische Contractilität verloren hatten und dass gerade diese am schnellsten atrophirten, während die andern gelähmten Muskeln nicht nur der Atrophie entgangen waren, sondern auch in einigen Sitzungen ihre Bewegungen wieder erlangten. Der *Deltoideus*, dessen elektrische Contractilität nur etwas geschwächt war, brauchte zur Erlangung seiner Motilität

nur kurze Zeit. Der Verlust der elektrischen Contractilität in den Muskeln, die unter der Abhängigkeit eines traumatisch verletzten Nerven stehen, ist ein übles Zeichen und zwar um so mehr, als diese Contractilität geschwächt ist. Die Ueberreizung aber (Hyperästhesie) der Muskeln, welche sich unter dem Einfluss der Faradisation in dem durch traumatische Verletzung seiner Nerven gelähmten Glied entwickelt, ist ein günstiges Zeichen.

Bemerkenswerth ist, wie schon oben angedeutet, eine gewisse Ordnung in dem Auftreten der die Heilung anzeigenden Erscheinungen; wir finden 1) schnelle Wiederkehr der willkürlichen Bewegungen in den Muskeln, die ihre elektrische Contractilität nicht verloren hatten; 2) Erhöhung der Sensibilität (Hyperästhesie) in den Muskeln, deren elektrische Contractilität fast verschwunden und deren Sensibilität nur geschwächt war; 3) Wiederkehr der Ernährung und der willkürlichen Bewegungen zuerst in den Muskeln des Oberarmes, dann in denen des Vorderarmes und endlich in den Muskeln der Hand.

2) Haumont, 45 J. alt, bekam einen Stoss auf die linke Schulter, indem eine Frau aus dem vierten Stockwerk auf ihn herabstürzte. Als er aus der Betäubung, in die er gefallen war, erwachte, empfand er weder Schmerzen in der Schulter, noch Störung bei den Bewegungen des Armes. Erst am andern Tage fand er, dass er den Arm nicht vom Rumpfe abbewegen konnte und begab sich deshalb in das Spital (Hôtel Dieu), wo man eine Lähmung des *N. circumflexus humeri* diagnosticirte. Dieselbe wurde ohne Erfolg 2 Monate behandelt und der Kranke im October an Duchenne gewiesen, der folgenden Zustand fand: Der *M. deltoideus* bedeutend atrophirt, der ganze linke Vorderarm gelähmt und abgemagert; keine Schmerzen im kranken Gliede; Unmöglichkeit, dasselbe vom Rumpfe abzubewegen; die Beugung des Vorderarmes erschwert; die Sensibilität der Haut normal; Kältegefühl in der kranken Schulter. Die beiden vorderen Drittel des *Deltoideus* contrahiren sich nicht bei elektrischer Reizung, wohl aber noch das hintere Drittel, obgleich weniger als im Normalzustand; der *Supinator longus* hat einen grossen Theil seiner elektrischen Contractilität verloren. Die elektromusculäre Sensibilität war ebenfalls bedeutend verringert.

Behandlung. Die Faradisation der einzelnen Muskeln wurde jeden Tag mit möglichst starkem Strom angewandt. Nach der fünften Sitzung beugte der Kranke schon besser den Vorderarm; das hintere Drittel des *Deltoideus* fing an sich zu contrahiren, und der Arm konnte leicht nach hinten und innen bewegt werden. Dieser Muskel wurde bald sehr schmerzhaft und heiss. Nach der zwölften Sitzung konnte der Kranke den Arm leicht nach aussen und vorn bewegen und mit der Hand den Mund erreichen. Jetzt verschwanden die Schmerzen in der Schulter und der *Deltoideus* besserte sich immer mehr. Nach einem Monat konnte Haumont den Arm horizontal erheben und die Hand auf den Scheitel legen und nach zwei Monaten war seine Heilung vollendet. Allein der *Deltoideus* hatte auch nach sechs Monaten noch nicht die Fähigkeit wieder erlangt, sich faradisch zu contrahiren.

3) X., früher Seesoldat, 34 J. alt, wurde im Spital wegen einer Lähmung des rechten Armes behandelt. Er war angeblich nie krank gewesen. Beim Erwachen bemerkte er eines Morgens eine Lähmung seines Armes, die, ohne allen Schmerz selbst bei den passiven Bewegungen, nur ein Kriebeln in den Fingern und ein Kältegefühl im ganzen Glied veranlasste. Nach 3 oder 4 Tagen empfand

er einen bohrenden Schmerz, der auf die rechte Cervicalgegend beschränkt war und intermittirend auftrat. Bei der ersten Untersuchung glaubte man eine Lähmung des *Deltoideus* vor sich zu haben, es fand sich jedoch bei der faradischen Untersuchung, dass der *Trapezius* der kranken Seite in den beiden untern Dritteln seine elektrische Contractilität verloren hatte und dass nur noch die Clavicularportion dieses Muskels ihre Contractilität besass. Das untere Bündel des *Serratus anticus major* contrahirte sich nicht, während auf der gesunden Seite die Contraction dieses Bündels eine Erhebung der Schulter hervorbrachte. Der *Infraspinatus* und *Levator anguli scapulae* hatten ihre normale elektrische Contractilität, der *Pectoralis major* nur zum Theil.

Die Untersuchung der willkürlichen Bewegungen stimmte mit dieser örtlichen Lähmung überein: der Kranke konnte nicht direct die Schulter heben, und das Schulterblatt nicht der Mittellinie nähern; bei den tiefsten Inspirationen contrahirten sich die Clavicularportionen des *Trapezius* und der *Levator anguli scapulae* wie auf der gesunden Seite; der *Serratus anticus major* contrahirte sich nur auf einer Seite. Diese Lähmung, die ganz plötzlich während des Schlafs ohne vorhergegangene Schmerzen bei einem Manne auftrat, der angeblich keinem toxischen Einfluss, keiner traumatischen Nervenverletzung ausgesetzt gewesen war, konnte leicht einer cerebralen Ursache zugeschrieben werden. Diese Meinung konnte sich auf ähnliche Beobachtungen stützen; aber bei allen diesen Fällen hatten die gelähmten Muskeln auf den elektrischen Reiz reagirt, was bei diesem Kranken nicht der Fall war. Deshalb diagnosticirte Duchenne eine Affection der die gelähmten Muskeln versorgenden Nerven und erklärte sogleich, dass die Atrophie um so schneller in den gelähmten Muskel gehen müsse, je mehr die elektrische Contractilität verringert sei. Bei der Lähmung von cerebraler Ursache zeigt sich keine Muskelatrophie, sondern nur eine geringe Abmagerung, die aus Mangel an Uebung entsteht.

Bei genauerer Prüfung fand man in der rechten Cervicalgegend und an der Austrittsstelle der Nerven, die den *Plexus brachialis* bilden, einen beim Druck sehr empfindlichen Punkt. Der Druck brachte hier einen Schmerz im ganzen rechten Arm hervor und an diesem Punkte hatte der Kranke auch spontan entstehende, unregelmässige, bohrende Schmerzen. Diese Umstände und genaue Aufnahme der Anamnese machten die Annahme einer syphilitischen Exostose wahrscheinlich und in der That wichen Schmerzen und Lähmungserscheinungen einer antisyphilitischen Behandlung.

2. Veraltete Lähmungen. 1) Albert Musset, 29 J., Buchdrucker, hatte in Folge einer Verwundung an der vordern Seite des Vorderarmes den Gebrauch seiner rechten Hand verloren. Das Rad einer Maschine, dessen Zähne ein Centimeter breit, hatte an der innern Seite des Vorderarmes über dem Metacarpus die vordere Fläche der *Ulna* entblösst, war dann nach innen nach der Sehne des *Palmaris longus* gegangen und hatte alle davor liegenden Theile zerrissen. Der *Flexor carpi ulnaris*, die inneren Bündel des *Flexor sublimis* und *profundus*, der *Palmaris brevis*, *Nervus* und *Arteria ulnaris* und vielleicht auch das Ende des *N. medianus* mussten durchschnitten worden sein. Erst nach dreimonatlicher Behandlung wurde diese Verwundung im Hôtel Dieu geheilt. Die Hand war nun abgemagert und die beiden letzten Fingerphalangen beständig gebeugt und konnten nicht willkürlich gestreckt werden. Der vierte und fünfte Finger

dieser Hand konnten selbst nicht mechanisch gestreckt werden und schienen durch die Narbe zurückgehalten zu werden, an der die Flexorensehnen angewachsen waren. Durch allmähliches Ziehen konnte man diese Hemmnisse überwinden und sie eben so leicht strecken, wie die andern Finger. Aber die willkürliche Streckung schien für immer verloren.

Nach seinem Austritt aus dem Hôtel Dieu versuchte Musset alle nur erdenklichen Behandlungsarten, um den Zustand seiner Hand zu bessern. Im October 1850, vier Jahre nach dem Unfall, trat er in die Charité ein, wo ihn Duchenne zum erstenmal sah.

Die rechte Hand hatte die Form einer Klaue und erschien fast vertrocknet; die Zwischenknochenräume waren tief ausgehöhlt und die Muskeln am Ballen des Daumens und kleinen Fingers fast verschwunden. Die letzten Fingerphalangen waren beständig gebeugt, konnten aber mechanisch in gleiche Richtung mit den ersten Phalangen gebracht werden, welche halb auf den Mittelhandknochen luxirt waren. Beim Versuch, die ersten Phalangen mechanisch zu beugen, fühlte man

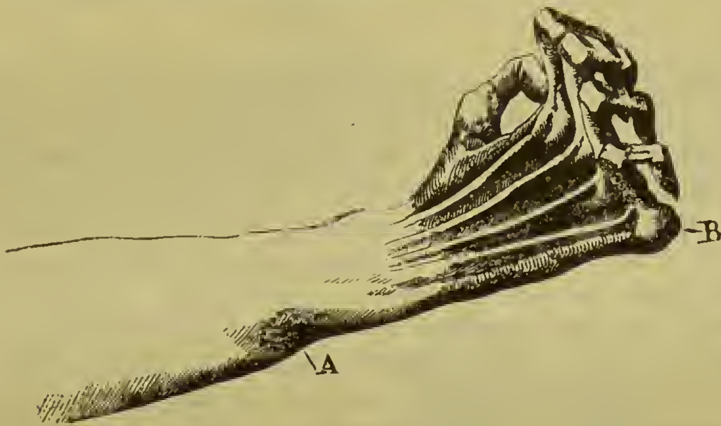


Fig. 65.

einen Widerstand, der von den hypertrophisch aussehenden Köpfchen der Mittelhandknochen herzurühren schien. Wollte der Kranke die ersten Phalangen noch mehr strecken, so luxirten sie vollständig auf die Mittelhandknochen, während die letzten Phalangen sich noch mehr beugten. Die Auseinanderspreizung der Finger, sowie die Adduction und Opposition waren unmöglich. Man sieht in Fig. 65 die eigenthümliche Form und Stellung der Hand von der Dorsalseite aus. Die Verletzung des *N. ulnaris* ist von der Atrophie der *Interossei* und der beiden letzten *Lumbricales* gefolgt, wesshalb die Zwischenknochenräume furchenartig vertieft sind. Die Muskeln des Vorderarmes sind unversehrt und geben, da sie ihrer Moderatoren (der die ersten Phalangen beugenden *Interossei* und *Lumbricales*) beraubt sind, der Hand die Form einer Klaue. *A* ist die Narbe durch die Verwundung. Die ersten Phalangen sind nach hinten auf die Metacarpusknochen subluxirt und ihre Beugung nach vorn ist durch die Köpfe der Mittelhandknochen beschränkt.

Nachstehende Fig. 66 zeigt Musset's Hand von der Volarseite gesehen. *A*. Die Narbe. *BBBB*. Die Köpfe der Mittelhandknochen. *C*. Daumenballen. *D*. Ballen am kleinen Finger. Beide Ballen sind gänzlich atrophirt. Man sieht in beiden Figuren die Sehnen der Extensoren und Flexoren sehr hervortreten.

Behandlung, begonnen am 22. December 1850. In den ersten sechs Sitzungen wurden nur die Muskeln des Vorderarmes faradisirt, ohne dass sich dabei die geringste Besserung zeigte. Dann wurden die stärksten Ströme auf

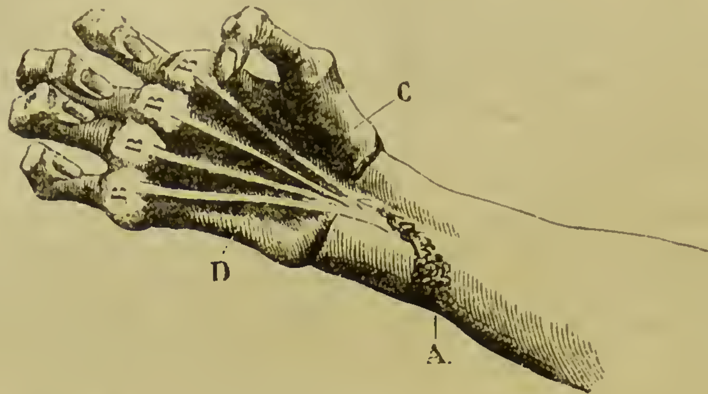


Fig. 66.

die Zwischenknochenräume und die Ballengegenden gerichtet. Nach der zehnten Sitzung empfand Musset zunächst ein Gefühl von Hitze in der Hand, das an die Stelle der früheren Schmerzen trat, aber die Finger schienen ihm noch immer eisig, eingeschlafen und schmerzhaft. Bei fortgesetzter Behandlung erhielt die Hand ein weniger vertrocknetes Ansehen und die Zwischenknochenräume füllten sich etwas aus; die ersten Phalangen waren weniger zurückgebogen und die zweiten fingen an sich zu strecken. Wegen eines fieberhaften Zustandes des Kranken musste die Faradisation drei Wochen ausgesetzt werden. Die bis dahin erreichte Besserung der Hand hatte durch diese Unterbrechung nichts verloren, im Gegentheil hatte die Wärme vorzüglich der beiden letzten Finger zugenommen. Die Schmerzen und das Eingeschlafensein waren fast vollständig verschwunden. Es wurde nun mit der Muskelfaradisation die elektrocutane Reizung durch die Drahtbürste verbunden. Hierdurch wurde bald die Sensibilität der Haut bedeutend erhöht, die Venen traten auf der Dorsalfläche hervor und die normale Färbung kehrte zurück. Die kleinen Handmuskeln, die fast verschwunden waren, entwickelten sich nun ziemlich schnell und die Finger nahmen immer mehr und mehr ihre normale Stellung an. Die Metacarpusköpfe waren weniger vorspringend und liessen die Beugung der ersten Phalangen zu. Die tonische Wirkung der *Interossei* auf die Phalangen zeigte sich lange Zeit vor dem Erscheinen der willkürlichen Bewegungen, die am 15. März 1851, wo Musset aus der Charité trat, noch kaum merklich waren. Er beugte die beiden letzten Phalangen, konnte sie aber nicht strecken, wenn aber, nachdem die Hand geschlossen war, die Contraction seiner Flexoren nachliess, so streckten sich die letzten Phalangen langsam von selbst, d. h. durch die tonische Contractilität der *Interossei*. Dies war der Zustand des Kranken, als er die Charité verliess, der ihm jedoch noch nicht den Gebrauch seiner Hand möglich machte. Er rechnete auf eine allmähliche von selbst fortschreitende Heilung und setzte die Behandlung $2^1/_2$ Monate aus, täuschte sich aber in seinen Erwartungen, denn als er wieder zu Duchenne kam, hatte er für die willkürlichen Bewegungen gar nichts gewonnen und seine Hand war ganz in demselben Zustand, als bei seinem Austritt aus dem Spital. Die

Faradisation wurde wieder angefangen und zwei- oder dreimal wöchentlich angewandt. Jetzt streckten sich die ersten Phalangen noch mehr und die letzten beugten sich noch mehr; zugleich aber zeigten sich die willkürliche Abduction oder Adduction der Finger, besonders des Index und Medius. Die Besserung ging jetzt so rasch, dass Musset im August anfing zu zeichnen und zu schreiben, und obgleich er seine Behandlung mehrere Monate unterbrochen hatte, beugten sich jetzt die ersten Phalangen des Index und Medius im rechten Winkel nach

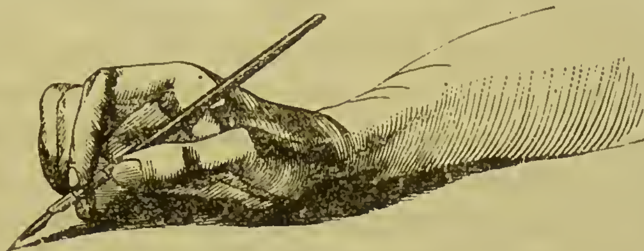


Fig. 67.

den Mittelhandknochen; die beiden letzten streckten sich vollkommen. Die Stellung und die willkürlichen Bewegungen der beiden letzten Finger wurden bei fortgesetzter Behandlung vollständig geheilt. Musset versah später Schreiberdienste bei Duchenne und hat selbst die Abhandlung copirt, in der seine Krankengeschichte 1851 zuerst veröffentlicht wurde. Fig. 67 zeigt seine Hand eine Feder haltend, nach der Natur gezeichnet.

Die Ballenmuskeln sind fast wie im Normalzustand entwickelt (*CD* Fig. 68) und man sieht nicht mehr, wie in Fig. 66, die Flexorensehnen vorspringen. Die willkürlichen Bewegungen sind ebenfalls fast vollständig.

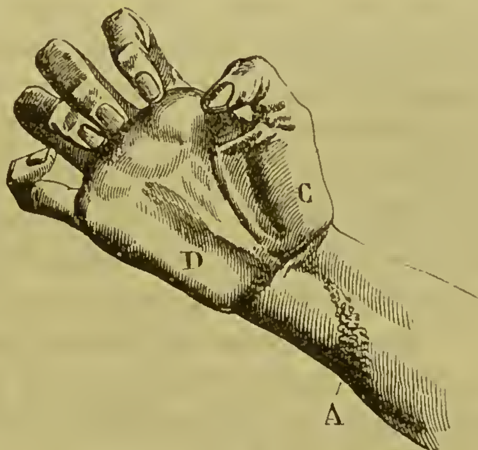


Fig. 68.

Wenn Musset seine Hand in die vor der Behandlung bestandene Stellung bringen wollte, so brachte er nur die in Fig. 68 abgebildete Stellung hervor, die mit Fig. 66 verglichen werden mag.

Natürlich war bei der Verletzung der *N. ulnaris* mit durchschnitten worden, was auch aus dem Verlust der elektrischen Contractilität der unter seiner Abhängigkeit stehenden Muskeln ganz deutlich hervorgeht. Aus den im zweiten Theil bei der Physiologie der Handmuskeln angeführten Thatsachen lässt sich die eigenthümliche pathologische Gestaltung der Hand bei Musset erklären.

Die Wiederkehr der Muskeltonicität, welche den Fingern ihre natürliche Stellung wiedergab, zeigte sich einige Zeit vor dem Wiedererscheinen der willkürlichen Bewegungen. Diese Erscheinung findet sich auch bei andern Lähmungen, so bei der Bleilähmung, bei der Lähmung des *N. facialis*.

Die therapeutische Wirkung der örtlichen Faradisation auf die Ernährung und die Bewegungen der Muskeln war bei Musset, verglichen mit der Heilung

bei VANBELLE, wo die Nerven sicher nicht durchgeschnitten waren, auffällig schnell. Eine Erklärung dieser Thatsache finden wir in der schon oben erwähnten Annahme, dass bei der Lähmung nach traumatischen Verletzungen der Nerven diese erst heilen müssen, damit die Faradisation ihre Kraft auf die Muskeln ausüben könne.

2. Rheumatische Lähmungen.

Lähmungen, deren Ursache man nur einer Erkältung, der Unterdrückung der Transspiration oder habitueller Schweisse oder sonst einer sogenannten rheumatischen Veranlassung zuschreiben kann, werden rheumatische Lähmungen oder auch refrigeratorische oder Erkältungslähmungen genannt. Sie haben ihren Sitz meist im Vorderarm, in der Schulter, Nacken, Hüfte, Unterschenkel und im Gesicht. Die allgemeinen rheumatischen Lähmungen kommen seltener vor und werden, wenn sie von Erkrankungen der Centralorgane bedingt sind, gewöhnlich nicht zu den rheumatischen Lähmungen gerechnet.

Nicht leicht wird man bei einer Lähmungsform so verschiedene Resultate in Bezug auf die Bestimmung des Grades der elektrischen Reizbarkeit erhalten als gerade bei den rheumatischen Lähmungen, und bei meinen zahlreichen Beobachtungen fand ich, dass hierbei das längere oder kürzere Bestehen der Krankheit einen Einfluss hat und dass in der Regel bei frischen Fällen die elektromusculäre Contractilität normal und die Sensibilität (besonders beim Beginn der elektrischen Reizung) erhöht ist, bei veralteten Fällen dagegen die Contractilität und Sensibilität etwas herabgesetzt ist.

Höchst wahrscheinlich sind nun bei allen rheumatischenLähmungen leichte Schwellungen im Neurilemma vorhanden, welche einen Druck auf die Nervenbahnen ausüben und so Lähmungserscheinungen in den Muskeln veranlassen.

Diese Annahme macht es erklärlich, dass von verschiedenen Beobachtern so ganz abweichende Angaben über die elektrische Erregbarkeit der rheumatisch gelähmten Muskeln gemacht worden sind und wir werden später sehen, dass bei schweren rheumatischen Lähmungen die vollständige Entartungsreaction auftreten kann.

Die rheumatischen Affectionen können besonders dann bedenklich werden, wenn die Muskeln schwinden und durch eine Contractur einzelner Muskeln das Gelenk mehr oder weniger in Mitleidenschaft gezogen wird. Gewöhnlich, doch nicht immer, gehen der rheumatischen

Lähmung hartnäckige Schmerzen in mehreren Muskeln voran, und wenn diese spontan oder durch Behandlung verschwunden sind, so erscheinen nun die vorher schmerzhaften Muskeln gelähmt.

Rheumatische Lähmung des Vorderarms.

Als eine besondere Classe von rheumatischer Lähmung kann man die Lähmung des Vorderarmes aufstellen, die ausserordentlich häufig vorkommt und bald nach Erkältungen, Schlafen auf kaltem, feuchtem Boden und oft ohne bekannte Ursache erscheint. Am meisten werden Arbeiter von diesen Lähmungen befallen, bei denen nicht selten Verwechslungen mit andern Lähmungen vorkommen. Sie unterscheiden sich von der Lähmung nach traumatischen Verletzungen des *N. radialis* und von den Bleilähmungen hauptsächlich durch die Unversehrtheit der elektrischen Contractilität und Sensibilität in den gelähmten Muskeln. Die Muskeln leiden dabei wenig in ihrer Ernährung und Irritabilität, doch widerstehen diese Lähmungen den gewöhnlichen Medicationen (Vesicatoren, Strychnin) sehr hartnäckig, während sie durch die Muskelfaradisation leicht heilen. Als Beispiel mögen folgende Beobachtungen dienen:

1) Feige, Tischler, 28 J., bemerkte beim Erwachen an einem Morgen, wo er schwitzend in Zugluft geschlafen hatte, eine Lähmung seines rechten Vorderarmes und der Hand ohne Schmerzen, die verschiedenen Einreibungen nicht wich. Nach einigen Tagen trat er in das Krankenhaus ein, wurde hier mit Wasserumschlägen behandelt und bald nachher durch Prof. Z. an mich gewiesen. Ich fand das rechte Handgelenk herabhängend: die ersten Phalangen konnten nicht gestreckt werden und die letzten nur dann, wenn man die ersten mechanisch streckte. Der Daumen konnte weder gestreckt noch abducirt werden und das Handgelenk hatte seine seitlichen Bewegungen verloren. Die gelähmten Muskeln besassen ihre normale elektrische Contractilität und Sensibilität, waren jedoch etwas atrophirt. Ich wendete einen kräftigen langsam gehenden Strom an, um die Dicke der Muskeln zu durchdringen und es wurden jeden Tag die Muskeln einzeln faradisirt. Nach der zweiten Sitzung hob der Kranke schon etwas das Handgelenk; nach der vierten Sitzung konnten seitliche Bewegungen ausgeführt werden und so kamen allmählich alle willkürlichen Bewegungen wieder, bis nach 14 Tagen die Heilung vollendet war.

2) Frau Illgen, 50 J., war Abends bei offnem Fenster sitzend eingeschlafen, und wurde plötzlich durch einen kalten Windzug geweckt. Beim Erwachen fühlte sie ihren rechten Vorderarm und Hand kühl und gelähmt. Sie brauchte lange Zeit alle nur erdenklichen Behandlungsarten, die jedoch ziemlich erfolglos blieben. Nach 2 Monaten wendete sie sich an mich, wobei ich folgenden Zustand fand: Das Handgelenk herabhängend, die Finger gebeugt, der Daumen bewegungslos; bei der Faradisation zeigten sich die vom *N. radialis* versorgten Muskeln gelähmt; ihre elektrische Contractilität war normal, die Sensibilität etwas herabgesetzt. Die Muskeln wurden jeden zweiten Tag 10—15 Minuten

faradisirt, der Zustand besserte sich schnell und nach 9 Sitzungen war die Heilung vollendet.

Die rheumatische Lähmung in der Hüfte, Unterschenkel u. s. w. kann ebenfalls als eine besondere Lähmungsform angesehen werden, die durch elektrische Behandlung leicht geheilt wird. Obenan stehen die sogenannten „Hexenschüsse“, die sehr gewöhnlich nur Rheumatismen der sehnigen Enden der Rückenmuskeln sind. Zur Beseitigung derselben genügt häufig eine einzige elektrocutane Reizung der Kreuzbeingegend.

Aber auch in verschleppten Fällen, bei denen anfangs das Hüftgelenk wohl mehr oder weniger in Mitleidenschaft gezogen war, vermag der Inductionsstrom grosse Dienste zu leisten und ich will beispielsweise folgenden Fall anführen:

Frau Bachmann, Hebamme, bemerkte nach einer Entbindung, bei der sie sich sehr erhitzt hatte, plötzlich einen stechenden Schmerz in der Gegend zwischen der rechten Hüfte und dem Kreuzbein, der durch Dampfbäder, Schröpfköpfe, Blasenpflaster, Pockensalbe immer nur auf kurze Zeit vertrieben werden konnte, die Kranke allmählich zum Hinken nöthigte und ihr das Liegen auf der rechten Seite unmöglich machte. $^3/_4$ Jahr nach dem ersten Auftreten des Leidens wandte sich die Kranke an mich und ich fand folgenden Zustand: Das ganze rechte Bein war etwas atrophirt, die Falte unter dem rechten *Glutaeus* stand zollbreit tiefer, als die unter dem linken, der Gang war hinkend, die Beine konnten nicht übereinander geschlagen werden. Elektrocutane Sensibilität, besonders an der durch Anwendung der früheren Hautreize gebräunten und schmerzhaften Stelle, herabgesetzt, ebenso die elektromusculäre Sensibilität und Contractilität. Zuvörderst nahm ich nun eine energische elektrocutane Reizung vor, wonach sofort die Schmerzen vermindert und das Gehen erleichtert schien. Die einzelnen Muskeln (*Glutaei*, *Tensor fasciae*, *Adductores* etc.) wurden direct faradisirt und nach jeder Sitzung trat Erleichterung ein. Nach der 6. Sitzung konnte die Kranke auf der rechten Seite liegen, hinkte nur noch sehr wenig (mehr aus Angewöhnung) und war nach der 10. Sitzung als geheilt zu betrachten, da jetzt auch die rechte Glutaealfalte mit der linken in gleicher Höhe stand.

Remak erwähnt mehrere ganz ähnliche Fälle, bei denen nach erfolgloser Anwendung des Glüheisens die „chronische Gelenkentzündung“ hauptsächlich durch den constanten Strom in kurzer Zeit beseitigt wurde.

Im Allgemeinen scheint aber doch die faradische Behandlung der galvanischen vorgezogen werden zu müssen, da letztere, wenn sie auch auf die Schwielen günstig wirkt, doch die rheumatischen Schmerzen oft steigert. Wenn aber die faradische Behandlung wirkungslos bleibt, so bleibt es auch die galvanische Reizung, während umgekehrt nach erfolgloser Galvanisation die cutane Faradisation oft noch trefflich wirkt.

Sind rheumatische Schwielen vorhanden, so muss man immer erst die elektrocutane Reizung (und zwar so intensiv als es die Kranken

nur irgend ertragen) anwenden, worauf dieselben mit den Schmerzen meist überraschend schnell verschwinden. Zeigen sich dann noch die Muskeln gelähmt, so erlangen diese mit Sicherheit durch die Faradisation ihre willkürliche Bewegungskraft wieder und dies in verhältnissmässig kurzer Zeit.

Rheumatische Lähmung des N. facialis.
Gesichtshemiplegie.

Die Lähmungen im Gebiete des *N. facialis*, die meist einseitig auftreten und ziemlich häufig vorkommen, sind zwar nicht immer rheumatischer Natur, jedoch wird in der Regel als Entstehungsursache derselben Erkältung, Unterdrückung der Transspiration durch Zugluft u. s. w. angegeben. In den meisten Fällen, die nicht durch centrale Störungen bedingt sind, kann man als Ursache der Gesichtslähmung eine entzündliche Schwellung der Nervenscheide des *N. facialis* oder eine exsudative Entzündung im *Canalis Fallopii* annehmen, die, gleichviel ob rheumatischer Natur oder durch ein Trauma bedingt, einen Druck auf den Nerven oder eine Einschnürung desselben in dem engen Knochenkanal ausübt. Von der Ausbreitung und dem Sitz dieser entzündlichen Schwellung hängt es ab, ob die Gesichtslähmung in „leichter“ oder „schwerer“ Weise oder als „Mittelform“ auftritt und ob dabei zugleich Störungen des Geschmacks, des Gehörs und Lähmung des Gaumensegels bestehen. Aus dem gleichzeitigen Vorhandensein dieser Störungen lässt sich in vielen Fällen der Sitz der Lähmungsursache genauer bestimmen, wie Erb[1]) dies ausführlich dargethan hat.

Das Verhalten der elektrischen Erregbarkeit der gelähmten Nerven und Muskeln des Gesichts ist in neuerer Zeit in eingehender Weise erforscht worden und ist die Prüfung der elektrischen Erregbarkeit für die Diagnose und Prognose der rheumatischen Gesichtslähmung von hoher Bedeutung.

Die Diagnose der Facialislähmung ist gewöhnlich leicht zu machen und nur bei doppelseitigem Auftreten (Diplegie), bei etwa vorhandener Schwellung des Gesichts oder bei Kindern können leichtere Grade wohl eine Zeit lang übersehen werden. Von der Gesichtslähmung bei cerebraler Hemiplegie ist die sogenannte rheumatische Facialislähmung leicht dadurch zu unterscheiden, dass bei ersterer die Lähmung nicht sämmtliche Nervenzweige befällt und dass insbe-

---

[1]) Ueber rheumat. Facialislähmung. Arch. f. klin. Med. Bd. XV.

sondere der *M. orbicularis palpebrarum* verschont bleibt, während bei der rheumatischen Gesichtslähmung gerade das Vorhandensein des paralytischen *Lagophthalmus* charakteristisch ist, wobei das Auge weder willkürlich noch im Schlafe geschlossen werden kann. Ausserdem aber ist die normale elektrische Erregbarkeit bei cerebraler Gesichtshemiplegie gegenüber der verminderten Erregbarkeit, beziehentlich Entartungsreaction bei peripherer rheumatischer Facialislähmung diagnostisch zu verwerthen.

Die Prognose derselben kann mit Sicherheit nach der Prüfung der elektrischen Erregbarkeit gestellt werden.

Wenn die faradische und galvanische Erregbarkeit unverändert oder erstere nur sehr wenig verringert ist, so heilt die als „leichte Form“ zu betrachtende Lähmung in 2—3 Wochen von selbst oder bei jeder Behandlung.

Häufig genug aber sinkt die elektrische Erregbarkeit schon wenige Tage oder Wochen nach dem Auftreten der Lähmung und es sind dies die „schweren“ Fälle, bei denen die Prognose weit ungünstiger zu stellen ist. Es hat sich nun aus zahlreichen Beobachtungen ergeben, dass der Ablauf der elektrischen Erregbarkeitsveränderungen bei schweren rheumatischen Facialislähmungen genau derselbe ist, wie wir ihn bei traumatischen Lähmungen kennen gelernt haben und zwar ist bei der rheumatischen Facialislähmung zuerst das Vorkommen der Entartungsreaction (also Verlust der faradischen bei Steigerung der galvanischen Erregbarkeit), von Baierlacher[1]), Schulz[2]), Erdmann[3]) u. a. beobachtet worden.

Bei ausgesprochener Entartungsreaction ist nur erst nach 2—6 Monaten auf eine Heilung der rheumatischen Facialislähmung zu hoffen. Es giebt jedoch auch Fälle, bei denen die Entartungsreaction nicht vollkommen deutlich ist und die deshalb eine günstigere Prognose gestatten. Diese Fälle, bei denen nach 4—6 Wochen Heilung eintritt, werden nach Erb[4]) als „Mittelformen“ bezeichnet. Charakteristisch für diese Form ist, dass die faradische und galvanische Erregbarkeit des Nerven nicht völlig erlischt, sondern nur in geringem Grade sinkt, während in den Muskeln, die vom Nerven aus in normaler Weise erregbar bleiben, die Steigerung und qualitative Aenderung der galvanischen Erregbarkeit sich ausbildet. Diese un-

---

1) Bayr. ärztl. Intelligenzblatt 1859.

2) Wien. med. Wochenschrift 1860. Nr. 27.

3) Jahresberichte der Dresdner Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. 1861.

4) Ueber rheumatische Facialislähmung. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. XV.

vollkommene Entartungsreaction ist nicht selten auch dann noch nachzuweisen, wenn die Motilität bereits wiedergekehrt ist.

Die elektrische Behandlung rheumatischer Facialislähmungen kann sowohl eine faradische als eine galvanische, als auch eine combinirte sein.

In leichten Fällen sind die paretischen Muskeln 2—3mal wöchentlich mit schwachem Strom, jedesmal einige Minuten lang, zu faradisiren und wird dadurch die Wiederkehr der Motilität zweifellos gefördert.

Als erste Wirkung der elektrischen Behandlung zeigt sich die allmähliche Wiederkehr der tonischen Kraft in den gelähmten Muskeln; die Wange hängt weniger herab und die Commissur hebt sich; die Lippen-Nasenfurche spricht sich mehr aus; das Nasenloch erweitert sich; die Augenlidspalte wird normal und das alles, ehe der Kranke die geringsten willkürlichen Bewegungen machen kann; diese fangen oft erst nach Wochen zu erscheinen an, während das Gesicht im Zustand der Ruhe schon lange normal ist. Zuerst fängt gewöhnlich der *M. zygomaticus major* an sich zu contrahiren, was man am besten sieht, wenn man den Kranken lachen lässt. Nach ihm folgen der *M. levator labii superioris alaeque nasi*, *zygomaticus minor*, *buccinator*, die *orbiculares*, *triangularis* und *quadratus menti*. Man muss die Wirkung dieser Muskeln genau kennen, ihre willkürliche Contractilität an dem Mienenspiel beobachten und die etwa zurückbleibenden Muskeln besonders reizen, um die Züge regelmässig und harmonisch zu machen. (Vergl. deshalb die Elektrophysiologie der Gesichtsmuskeln im 2. Theil.)

Die elektrische Behandlung kann in allen Fällen unmittelbar nach dem Auftreten der Lähmung begonnen werden, indess wird bei schweren Fällen die Dauer der Lähmung dadurch nicht wesentlich abgekürzt. Man kann nach den oben gemachten Erörterungen überhaupt erst nach 8—10 Tagen aus der Veränderung der elektrischen Erregbarkeit bestimmen, ob man es mit einem leichten, mittlern oder schweren Fall zu thun hat, und ist es rathsam, die Kranken hiervon zu unterrichten, wenn sie über die Zeit ihrer Heilung Auskunft wünschen.

Bei schweren Fällen wird man in den ersten Wochen nur etwa wöchentlich eine Behandlung oder vielmehr Untersuchung der Muskeln vorzunehmen haben und erst wenn die Entartungsreaction undeutlicher ist und sich Spuren von Motilität zeigen, ist die methodische Elektrisirung 2—3mal wöchentlich consequent durchzuführen.

Die vom Auftreten der Lähmung an vorgenommene galvanische Behandlung des Stamms des Facialis durch die Warzenfortsätze, sowie die Galvanisation des *Sympathicus* kann versucht werden, jedoch ist es nicht möglich über ihren Werth ein Urtheil abzugeben, da in den ersten Tagen leichte Fälle von schweren nicht zu unterscheiden sind und die beobachteten günstigen Resultate dieser Behandlung gerade bei leichten, von selbst heilenden Fällen erzielt worden sein können.

Die periphere faradische oder galvanische Behandlung der Muskeln im Gesicht kann entweder durch Reizung des Facialnerven (indirecte Faradisation) oder durch directe Reizung der einzelnen Muskeln geschehen, doch hat die indirecte Muskelfaradisation weniger günstige Resultate geliefert, als die directe, weil die ursprünglich gleichmässige Lähmung im Verlauf der Behandlung nicht selten ungleichmässig wird. So erlangt z. B. der *Zygomaticus major* eher seine Contractilität, während andere Muskeln gelähmt bleiben und erst ganz allmählich und unregelmässig ihre Motilität wieder bekommen. Man muss daher die Muskeln einzeln reizen, um eine entstellende Unregelmässigkeit im Gesicht zu verhindern. Dies ist natürlich durch die indirecte Behandlung, bei der alle Muskeln in gleicher Weise gereizt werden, nicht möglich und es wird die directe Muskelreizung immer von grösserem Nutzen sein.

Durch ungeschicktes, zu starkes Faradisiren können einzelne Muskeln in eine elektrische Muskelstarre versetzt werden, die bei den beweglichen Ansatzpunkten der Gesichtsmuskeln sehr leicht zu Stande kommt und von der sogleich zu erwähnenden Contractur zu unterscheiden ist.

Die anzuwendende Stromstärke ist der Empfindlichkeit der Kranken und der Erregbarkeit der Muskeln anzupassen. 8—12 Elemente genügen in der Regel zur Auslösung von Zuckungen. Abwechselnd mit der galvanischen Reizung ist die Muskelfaradisation anzuwenden und die Dauer einer Sitzung nicht über 5 Minuten auszudehnen.

Im Allgemeinen scheint es am räthlichsten, so lange mit der elektrischen Behandlung fortzufahren, als sich noch eine Steigerung der elektromusculären Contractilität zeigt.

Die Wiederkehr der Muskeltonicität geht gewöhnlich lange dem Wiedererscheinen der willkürlichen Bewegungen voraus, so dass man mitunter die elektrische Behandlung noch lange fortsetzen muss, wenn auch bereits die Gesichtszüge im Zustand der Ruhe ihren natürlichen Ausdruck wieder gewonnen haben. Ist dies einmal der Fall, so muss man sehr langsame Stromunterbrechungen anwenden, welche auf die

willkürliche Contractilität wirken, ohne die tonische Contractilität zu überreizen. Die tonische Contractilität kehrt jedoch in den gelähmten Muskeln ungleich wieder, so dass man bei manchen mit schnellschlägigem Strom fortfahren, bei anderen dagegen einen langsam gehenden Strom anwenden muss.

Man hat darauf viel Aufmerksamkeit zu verwenden, um die Mienen nicht durch Erzeugung einer künstlichen elektrischen Muskelstarre zu entstellen. Wir haben oben gezeigt, dass die durch Gedanken und Leidenschaften bewegten Muskeln während der Ruhe eine vorherrschende tonische Kraft behalten und dem Gesicht seinen Ausdruck geben. Dieser Ausdruck nun wird durch die Lähmung des Facialnerven zerstört, doch kann man mit Geschick die Harmonie zwischen beiden Gesichtshälften wieder herstellen, wenn man die gesunde Seite zum Muster nimmt. Dies erfordert jedoch sehr viel Zeit und nur wenige Kranke haben Geduld genug, ihre vollständige Heilung abzuwarten. Die Uebung von Seiten der Kranken (am besten vor dem Spiegel) thut hierbei sehr viel und es ist mir sogar vorgekommen, dass eine junge Dame, die ich behandelte, den *M. zygomaticus* der ursprünglich gelähmten Seite so sehr geübt hatte, dass er sehr bald stärker fungirte, als der der andern Seite; doch glich sich diese Deformität allmählich wieder aus.

Ein bei schweren Formen von Facialislähmung nicht seltener Ausgang ist das Auftreten von secundären Contracturen in den früher gelähmten Muskeln. Duchenne beobachtete das Auftreten dieser Contracturen besonders in den Muskeln, die auffällig rasch ihre Motilität bei der faradischen Behandlung wiedererlangten und die bei mechanischer Reizung leicht in Zuckung und Krampf geriethen; er erklärte diese Reizbarkeit als sichere Vorläufer der Contractur.

Hitzig will die von krampfhaften Zuckungen eingeleiteten Contracturen auf einen abnormen Reizzustand in der *Medulla oblongata* zurückgeführt wissen, der sich in Folge der peripheren Facialislähmung entwickle. Ist die Contractur einmal eingetreten, so kann man zwar auch dann noch mit der elektrischen Behandlung fortfahren, muss jedoch sehr vorsichtig sein, d. h. man muss nur sehr langsame Stromunterbrechungen (etwa 3 in der Secunde) wirken lassen, oder man kann auch mit stabilen galvanischen Strömen die Contractur zu lösen versuchen, was mir in mehren Fällen gelungen ist. Nur in solcher Weise gelangt man zur Wiederherstellung der willkürlichen Bewegungen, während schnellschlägige Inductionsströme stets nachtheilig sind, die

Contractur vermehren und nicht vortheilhaft auf die willkürlichen Bewegungen wirken.

Neben der Faradisation lasse ich auch bei eingetretener Contractur die Muskeln von dem Kranken selbst ausdehnen durch Ziehen an den Lippen, Wangen, Augenlidern in der Richtung der Muskelfasern. Oder ich bringe zwischen Backe und Kiefer eine möglichst grosse Kugel oder lasse, wie in einem mit bestem Erfolg von mir behandelten Falle, bei mangelnden Zähnen ein künstliches Gebiss einsetzen, um die Backen und somit die contrahirten Muskeln auszudehnen. Diese Dehnung muss regelmässig täglich mehrere Stunden fortgesetzt werden.

Die Contractur eines Gesichtsmuskels veranlasst oft nur eine Deformität durch den Gegensatz, der zwischen beiden Gesichtshälften besteht. Bei einer Lähmung des Facialnerven, wo Contractur des *Zygomaticus minor* eingetreten war und der Kranke auf einer Gesichtshälfte einen höchst verdriesslichen Zug hatte, stellte Duchenne mit Erfolg die Harmonie zwischen beiden Gesichtshälften her, indem er den *Zygomaticus minor* der gesunden Seite lange durch einen schnellschlägigen Strom reizte und ihn so zur künstlichen Contractur brachte. Diese Methode habe auch ich wiederholt mit gutem Erfolge angewendet.

In den meisten der von mir beobachteten Fällen war die Lähmung entstanden, ohne dass die Kranken es ahnten; oft wurde dieselbe anfangs für ein geschwollenes Gesicht gehalten, bis der schiefe Mund, das Offenstehen des Auges, die Unmöglichkeit zu pfeifen, die Stirn zu runzeln, die eigenthümliche Grimasse beim Lachen und alle die bekannten Symptome der Facialislähmung deutlicher hervortraten.

In zwei Fällen, bei denen auf der einen Seite frische Lähmungen und auf der andern Seite Reste von früher überstandenen Facialislähmungen Contracturen vorhanden waren, war der Gesichtsausdruck ein höchst seltsamer und bot die elektrische Untersuchung natürlich grosse Schwierigkeiten, da die in Contractur befindlichen Muskeln der jetzt relativ gesunden Seite noch nicht als normal erregbar gelten konnten.

Als Beispiele der elektrischen Behandlungen mögen nur kurz drei Fälle folgen:

1. **Leichte Form:** Herr Isbary, 30 J. alt, wurde am 3. Tage nach dem Auftreten einer linksseitigen vollständigen Gesichtslähmung ohne Complication elektrisch untersucht. Es zeigte sich vollkommen normale faradische und galvanische Reaction und sofort Besserung der Motilität. Eine Geschäftsreise verhinderte den Kranken sich sofort der Behandlung zu unterwerfen. Erst nach 3 Wochen stellt sich Patient wieder vor. Die Lähmung ist in demselben Zustande, aber auch die Erregbarkeit der Nerven und Muskeln vollkommen normal.

Nach 11 elektrischen Behandlungen (galvanische Zuckungen und Muskelfaradisation) ist der Kranke in 21 Tagen vollständig geheilt.

2. **Mittelform.** Anna Hennig, 20 J., Landmädchen. Linksseitige Facialislähmung seit vier Wochen. Keine Geschmacksstörung, keine Gehörsstörung, *Uvula* gerade. Faradische Erregbarkeit in den Nerven und Muskeln verringert. Galvanische Erregbarkeit in den Nerven verringert, in den Muskeln gesteigert; träge Zuckungen bei 6 Elementen; AnSZ = KaSZ. Nach der Untersuchung (4. April) kann sofort das Auge besser geschlossen werden. Wöchentlich 2 Behandlungen; langsame Besserung; nach 4 Wochen erscheint das Gesicht im Zustand der Ruhe fast normal, nur beim Lachen und Pfeifen noch Deformität; nach 15 Behandlungen in 2 Monaten fast vollständige Heilung; elektrische Erregbarkeit unverändert wie am 4. April. Nach 5 Monaten stellt sich die Kranke wieder vor mit leichter Contractur des *Orbicularis palpebrar.*, *Zygomaticus min.* und *Triangularis menti.* Faradische Erregbarkeit in den Nerven und Muskeln normal; galvanische Erregbarkeit gesteigert, aber die indirect ausgelösten Zuckungen kurz. Die in Contractur befindlichen Muskeln werden nach drei Wochen in 5 Sitzungen weicher und stören die Kranke nicht mehr.

3. **Schwere Form.** Locomotivführer W., 40 J. alt, hat vor 10 Jahren eine linksseitige Gesichtslähmung gehabt, die mit Strychnin behandelt worden ist, von der aber noch Schwerbeweglichkeit der Wange, kleines Auge und „Steifheit des Mundes" (also Contracturreste) zurückgeblieben sind. Die elektrische Erregbarkeit erscheint normal, wenigstens reagiren die Muskeln auf die gewöhnliche Stromstärke. Jetzt (25. Mai 1869) besteht seit 4 Wochen eine unter Fiebererscheinungen aufgetretene rechtsseitige Facialislähmung mit Schiefstand des Gaumensegels, leichtem Ohrensausen, aber ohne Geschmacksstörung. Allgemeinbefinden gut.

Elektrische Untersuchung: Nur bei starken einzelnen Inductionsschlägen leichte Zuckungen im *Frontalis* und *Zygomaticus*, dagegen leichte Erregbarkeit bei Unterbrechungen eines galvanischen Stromes von 6—10 Elementen. — Nach vierwöchentlicher Behandlung in 12 Sitzungen keine Zunahme der Motilität, doch steht das Gesicht weniger schief. In den nächsten 4 Wochen keine Behandlung. 4. August: Ohrensausen verschwunden, *Uvula* noch schief; faradische Erregbarkeit vollständig aufgehoben, galvanische Erregbarkeit hochgradig gesteigert (also Entartungsreaction). Nach 2 Behandlungen wöchentlich wird das Auge besser geschlossen. Am 2 Sept. zeigen sich bei starker faradischer Reizung leichte Contractionen im *Frontalis* und am Munde. 2. Oct. Allmählich hat die Motilität im *Orbicularis palpebr.* und *Zygomaticus min.*, dann auch in den anderen Muskeln zugenommen. Nach vorheriger galvanischer Reizung erscheint die faradische Erregbarkeit dieser Muskeln erhöht (secundäre Erregbarkeit). Der Tonus der Muskeln ist befriedigend, nur bei Bewegungsversuchen verkleinert sich die Lidspalte und wird der Mund schief gezogen. Von jetzt an rasche Wiederkehr der Motilität in allen Muskeln, keine Zuckungen bei mechanischen Reizungen, keine Contracturen. 13. Oct. erscheint die faradische Erregbarkeit der Muskeln beider Seiten gleich, die galvanische Erregbarkeit aber noch erhöht, wenigstens ruft KaS ebenso wie AnS gleich starke Zuckung hervor, während auf der linken Seite nur KaS zuckungerregend wirkt.

Das Gesicht hat zwar schon in der Ruhe, noch mehr aber bei Bewegungen einen höchst eigenthümlichen Ausdruck, doch ist Pat. nicht eitel, vermag, wenn

auch mit schiefem Munde, seine Signalpfeife zu gebrauchen, kann auch mühsam die Augen abwechselnd schliessen und öffnen und ist mit seinem Zustande zufrieden. (Einen ganz ähnlichen Fall habe ich im Deutsch. Archiv für klin. Med. Bd. 3. veröffentlicht.)

3. Cerebrale Lähmungen.

Bei den durch Krankheiten des Gehirns bedingten Lähmungen, die man als cerebrale Lähmungen im engeren Sinne zu bezeichnen pflegt, ist, wie Duchenne zuerst in bestimmter Weise ausgesprochen hat, die elektromusculäre Contractilität und Sensibilität normal.

Diese Angabe ist von späteren Beobachtern bestätigt und im Allgemeinen als vollkommen richtig erkannt worden. Der normale Befund der elektromusculären Contractilität kann daher diagnostisch verwerthet werden zur Unterscheidung der eigentlichen cerebralen Lähmungen von anderen intracraniell bedingten Lähmungen, bei denen die Muskeln auf den elektrischen Reiz wie bei peripherischen Lähmungen reagiren.

Hemiplegieen in Folge von Blutergüssen in das Gehirn sind zwar im Allgemeinen leicht zu erkennen, indess kommen doch auch diagnostische Irrthümer vor, zu deren Beseitigung die elektrische Untersuchung beitragen kann. So erzählt Duchenne von einem Kranken, einem Maler, der wegen Bleiintoxication in die Charité eintrat und dort langsam hemiplegisch wurde. Alle Umstände sprachen für die Annahme einer Bleilähmung und nur die Unversehrtheit der elektromusculären Sensibilität bestimmte Duchenne die Lähmung für eine cerebrale zu erklären. Diese Diagnose wurde in diesem Falle durch den weiteren Verlauf und in einem anderen ähnlichen Falle sogar durch die Autopsie vollkommen bestätigt. Auch hysterische Lähmungen treten nicht selten als Hemiplegieen auf und kann in zweifelhaften Fällen das Verhalten der elektromusculären Contractilität diagnostisch verwerthet werden. Dieselbe ist bei hysterischen Lähmungen aufgehoben oder bedeutend verringert, bei cerebralen Lähmungen dagegen normal.

Bemerkt man jedoch bisweilen geringe Unterschiede zwischen beiden Seiten, so muss man nicht vergessen, dass sich bei fast allen Personen auch im gesunden Zustand in der Reizbarkeit der Muskeln eine unbedeutende Verschiedenheit auf beiden Körperhälften findet, so dass die Muskeln der einen Seite empfindlicher sind, als die der

andern. Oft ist bei alten Lähmungen nach Apoplexieen das Zellgewebe der kranken Seite geschwunden oder die Haut dünner geworden; es hat der elektrische Strom einen geringern Widerstand zu überwinden und ein Muskel der gelähmten Seite wird sich bei gleicher Stromstärke dann auch kräftiger contrahiren, als der entsprechende Muskel der gesunden Seite, sowie ebenso die mit der Contraction verbundene Empfindung auf der gelähmten Seite deutlicher sein wird. Anderseits kann aber auch eine dicke, harte Haut den Leitungswiderstand vermehren. So untersuchte M. Meyer einen Kranken, der sich sein gelähmtes Bein täglich 2 Stunden lang hatte mit Brennnesseln peitschen lassen und bei dem nun in Folge dieser Behandlung die Epidermis und das Bindegewebe bis zu einem halben Zoll verdickt war; in diesem Falle musste ein starker Strom sehr lange einwirken, um auf der gelähmten Seite Contractionen hervorzurufen, die auf der gesunden Seite durch einen schwächern Strom sofort eintraten. Man muss diese und ähnliche Umstände bei der Untersuchung von cerebralen Lähmungen wohl berücksichtigen, um sich vor Täuschungen zu hüten.

Auch in der Erregbarkeit zwischen Nerven und Muskeln, sowie in der Erregbarkeit derselben gegen den faradischen oder den galvanischen Strom ist bisher noch kein wesentlicher Unterschied beobachtet worden, wenn nicht, wie bei sehr veralteten Fällen, die gelähmten Theile selbstständig erkrankt sind und die secundäre Atrophie der gelähmten Theile eine verringerte Erregbarkeit bedingt.

Erhöhte elektrische Erregbarkeit bei frischen apoplektischen Lähmungen, wie solche von einzelnen Elektrotherapeuten gefunden worden ist, konnte ich mit Sicherheit in keinem Falle constatiren, denn die während der Behandlung mitunter auftretende Steigerung der Erregbarkeit halte ich für eine secundäre und ist dieselbe wohl auf die durch wiederholtes Befeuchten der Haut bedingte Verminderung des Leitungswiderstandes zu beziehen.

Als „Erschöpfungsreaction“ bezeichnet Benedikt einen Nachlass der Reaction der elektrisch untersuchten Muskeln während einer kurzen faradischen Reizung. Dabei könne im Beginn die Reaction erhöht, normal oder vermindert sein. Als „convulsible Reactionsform“ dagegen bezeichnet Benedikt das während der Dauer des Reizes rascher als im Normalzustande stattfindende Ansteigen der im Beginn verminderten oder normalen elektromusculären Contractilität.

Diese Reactionen sollen bei verschiedenen Gehirnaffectionen vorkommen und ist der Versuch gemacht worden, für den Sitz von Ge-

hirntumoren die Befunde der elektrischen Untersuchung diagnostisch zu verwerthen. Die Zukunft muss lehren, wie weit dies möglich sein wird [1]).

Wenn auch die Localdiagnose der Krankheiten des Gehirns in neuerer Zeit so ausserordentlich an Sicherheit gewonnen hat, dass wir in vielen Fällen aus der Verschiedenheit der Erscheinungen die Natur und den Sitz der Lähmungsursache bestimmen können, so sind wir doch in Bezug auf unser therapeutisches Wirken in den meisten Fällen nur auf eine indirecte und symptomatische Behandlung angewiesen.

Unter den Mitteln aber, von denen wir eine günstige Wirkung erwarten dürfen nicht nur auf die Lähmungserscheinungen, sondern auch auf die erkrankten Gehirntheile selbst, steht die Elektricität oben an. Es hat die Erfahrung gelehrt, dass manche Gehirnlähmungen durch die Anwendung der Elektricität entschieden gebessert oder geheilt worden sind, und seitdem der Nachweis geliefert ist, dass das Gehirn trotz seiner festen knöchernen Umhüllung von durch den Kopf geleiteten galvanischen Strömen getroffen werden kann, sind wir auch berechtigt, von der centralen galvanischen Behandlung die Unterstützung eines etwa eintretenden Naturheilungsvorganges zu erwarten.

Die Möglichkeit, dass die bei der centralen Galvanisation das Gehirn treffenden Stromschleifen katalytische Wirkungen äussern und somit die Resorption von Blutergüssen, Exsudaten und selbst von Neubildungen anregen und fördern können, ist gewiss nicht zu leugnen und es machen die bisherigen Beobachtungen und Erfahrungen diese Annahme sehr wahrscheinlich, wenn wir auch über die Wirkung des das Gehirn treffenden Stromes eigentlich nichts wissen.

R. Remak war es, der zuerst durch directe Einwirkung des galvanischen Stromes auf den Kopf katalytische Wirkungen in dem molecularen Zustande der Hirnmasse zu erzielen hoffte. Nach Remak ist besonders von Benedikt, Erb u. a. die centrale galvanische Behandlung des Gehirns bei cerebralen Hemiplegieen nach Apoplexie angewendet und empfohlen worden und es haben die genannten Beobachter oft rasche und auffallende Besserung der Contracturen und Lähmungen eintreten sehen. Hitzig hat auch bei progressiver Paralyse im Initialstadium unzweifelhafte Erfolge von der galvanischen Reizung der *Medulla oblongata* gesehen und besserte sich insbesondere die vorhandene Sprachstörung noch während der Sitzung.

---

[1]) Benedikt: Elektrotherapie und Dr. Petřina: Klinische Beiträge zur Localisation der Gehirntumoren. Prager Vierteljahrschrift. 1877.

So ist zu hoffen, dass die centrale Galvanisation noch bei vielen Gehirnkrankheiten, die nicht auf tieferen anatomischen Zerstörungen beruhen, insbesondere auch bei *Psychosen*, eine Zukunft haben möge.

Die centrale Behandlung besteht einfach in der Längs- und Querleitung des Stromes durch den Schädel und in der Galvanisation des *Sympathicus*. Die Elektroden sind dabei auf die Zitzenfortsätze oder auf die Stirn und am Hinterkopf oder endlich am Unterkieferwinkel und Brustbein aufzusetzen und Stromstärken bis zu 10—12 Elementen 1—2 Minuten mit vorsichtigem Ein- und Ausschleichen des Stromes anzuwenden. Die weitere technische Ausbildung der Methode der Gehirngalvanisation ist der Zukunft vorbehalten.

Neben der centralen Behandlung ist aber namentlich bei cerebralen Hemiplegieen die peripherische elektrische Reizung der gelähmten Muskeln nicht zu versäumen und ihr Werth nicht zu unterschätzen.

In der ersten Zeit nach der Apoplexie, während die Lähmung von dem Blutaustritt im Gehirn unterhalten wird, kann natürlich keine Art von Reizung den gelähmten Muskeln ihre Bewegungen wiedergeben. Nach der Aufsaugung des Blutergusses aber, wenn der Druck verschwunden und eine Cyste oder Narbe an die Stelle des apoplektischen Heerdes getreten ist, und die Lähmung auf die Muskeln beschränkt, in ihnen localisirt ist, kann eine methodische elektrische Reizung der Muskeln dieselben wieder anregen, auf den Neveninflux zu reagiren.

Nicht selten kehren während und nach der Aufsaugung des Blutergusses die willkürlichen Bewegungen von selbst in die gelähmten Glieder zurück. Dies zeigt sich zuerst in den Beinen, später in den Armen. Wendet man in dieser Zeit die Faradisation an, so kann man in vielen Fällen die spontane Heilung unterstützen. Man darf sich jedoch hierbei nicht täuschen lassen und die etwa erzielte Besserung oder Heilung ganz der Einwirkung der Faradisation zuschreiben, die vielleicht gar nichts dazu beigetragen hatte. Um in solchen Fällen beurtheilen zu können, was durch die Naturheilung und was durch die elektrische Behandlung gewonnen wird, habe ich öfters nur die Muskeln des Armes faradisirt und an den Beinen, welche die Kranken beim Gehen ohnehin mehr üben, als den Arm, die spontane Heilung beobachtet.

Duchenne will die Faradisation erst nach Verlauf der für die Aufsaugung gewöhnlich nöthigen Zeit, also nach 4—5 Monaten, angewendet wissen. Bei Fällen, in denen die ersten schweren Symptome

nur langsam beseitigt wurden, halte auch ich erst diese Zeit für die geeignete, in leichteren Fällen kann man jedoch schon 3—4 Wochen nach dem apoplektischen Anfall mit Vorsicht die Faradisation anwenden.

In sehr wenigen Fällen, nur dem zwanzigsten Theile, wurde nach den bisherigen Erfahrungen die nicht spontan heilende Lähmung durch die örtliche Faradisation vollständig geheilt; öfters, beim vierten Theil der Fälle, wurde sie mehr oder weniger gebessert, in den übrigen Fällen konnte wenigstens kein dauernder günstiger Einfluss constatirt werden. Die Kranken freilich pflegen die Behandlung sehr zu wünschen, wenn sie bei einer angestellten Untersuchung gesehen haben, wie sich ihre Muskeln, über die sie keine Willensherrschaft haben, kräftig zusammenziehen und wie lebendig sich die gelähmten Glieder beim Elektrisiren bewegen. Nur zu bald aber schwinden die anfänglichen sanguinischen Hoffnungen und die Lähmungen bleiben ungeheilt.

Der Grund dieser verschiedenen Resultate ist natürlich in der Mannigfaltigkeit der durch die Hirnblutung verursachten Verletzungen zu suchen. Wenn ein Bluterguss regelmässig resorbirt wird und zuletzt nur noch eine kleine Narbe zurückbleibt, so sind zwei Fälle möglich: entweder die Muskeln sind fähig auf die Reizung des wiederkehrenden Nerveninflux zu reagiren, oder die Muskeln haben, schon zu lange der Anregung des Gehirns entzogen, die Fähigkeit darauf zu reagiren bereits verloren, wenn dieser wieder frei zu ihnen gelangen kann. In dem ersteren Fall wird die Lähmung spontan heilen, dagegen kann in den glücklichen, aber auch seltenen Fällen, in denen die Muskeln nur einer Anregung bedürfen, die Elektricität Heilung bewirken. Wie Brenner sehr treffend bemerkt, besteht die Wirkung der elektrischen Behandlung in solchen Fällen nur in einer Reduction der Lähmung auf ihre eigentlich pathologisch-anatomisch begründete Grösse. Es giebt besonders bei Gehirnlähmungen gewisse Nervenfasern, die nicht functioniren, ohne functionsunfähig zu sein und die elektrische Reizung dieser Fasern wirkt sehr günstig.

Eine sehr gewöhnliche Erscheinung bei Lähmungen nach Cerebralhämorrhagie ist das frühere oder spätere Auftreten der Contracturen. Diese Contracturen befallen am Oberarm und Unterschenkel vorzugsweise die Beuger, am Oberschenkel aber die Streckmuskeln, wodurch die eigenthümliche Streckstellung des Beins bedingt wird. Hitzig [1]) betrachtet die hemiplegischen Contracturen als Mitbewe-

[1]) Ueber die Auffassung einiger Anomalieen der Muskelinnervation. Archiv für Psychiatrie. Bd. III.

gungen, deren Dauer den Willensreiz übertrifft, weil sie von abnorm gereizten Hirntheilen erregt werden. Dafür spricht die Erfahrung, dass nach längerer Ruhe und besonders im Schlaf sich diese Contracturen lösen und dass auch einige Zeit nach dem Erwachen, so lange die Kranken ruhig im Bette liegen, die Glieder weich und biegsam bleiben. Mit dem Augenblicke aber, wo grössere Bewegungen ausgeführt werden, tritt die Contractur wieder ein. DUCHENNE glaubte aus seinen zahlreichen Beobachtungen schliessen zu können, dass die Hemiplegie nach Hirnblutung, wenn sie nicht mit Contracturen complicirt ist, nach fünf- bis sechsmonatlicher Dauer nicht mehr durch die Hirnverletzung unterhalten wird, sondern dass sie auf die gelähmten Muskeln beschränkt, in ihnen localisirt ist; dass dagegen die Hemiplegie, bei der sich Contracturen zeigen, durch einen beträchtlichen Substanzverlust oder durch eine bedeutende Cyste im Gehirn unterhalten wird. Mehrmals haben sich diese Vermuthungen durch Autopsie bestätigt.

Die Kranken, welche fünf bis neun Monate nach dem apoplektischen Anfall eine mehr oder weniger vollständige Lähmung ohne alle Contractur der Flexoren behielten, wurden in der Regel schnell durch die Faradisation geheilt.

Die Kranken dagegen, deren gelähmte Glieder sich in anhaltender Contractur befanden und bei denen einzelne Muskeln sich bei jedem Bewegungsversuch unwillkürlich contrahirten, wurden durch die Faradisation nicht geheilt.

Zwischen diesen beiden Extremen bestehen nun auch Zwischenstufen und dies sind die Fälle, wo die örtliche Faradisation eine mehr oder weniger bedeutende Besserung bewirkt. Ist die anhaltende Contractur der Flexoren von Schmerz begleitet, so scheint dies das Zeichen eines Entzündungsprocesses im Gehirn zu sein. Man darf jedoch diese Contracturen nicht mit der Steifigkeit verwechseln, welche die Beugemuskeln befällt, weil ihre Antagonisten (die gelähmten Streckmuskeln) ihnen keinen Widerstand entgegensetzen. Eine öfters wiederholte allmähliche Streckung des gelähmten Gliedes ist in solchen Fällen sehr dienlich, um den Widerstand der steifgewordenen Muskeln zu überwinden. Verfährt man hierbei sehr vorsichtig, so kann man die anhaltende Contractur vermindern, die durch zu gewaltsames Ausdehnen (mancher Turnlehrer) aber auch vermehrt werden kann. Das Anlegen von Bandagen ist nur in einzelnen Fällen brauchbar, es veranlasst gewöhnlich heftige Schmerzen, weil den contrahirten Muskeln ein zu gewaltsamer Widerstand entgegengesetzt und der Druck

der Bandage nicht ertragen wird. Man kann höchstens durch Anlegen passender Kautschukstreifen die Wirkung der Extensoren zu ersetzen und die übermässige Contractur der Flexoren zu moderiren suchen.

Die Lähmung des Gesichts und der Zunge besteht mitunter noch fort, nachdem die übrigen Lähmungserscheinungen verschwunden sind. Dies veranlasst Verzerrung der Gesichtszüge und Schwierigkeiten beim Sprechen und Essen. Diese Lähmungen werden in der Regel durch die örtliche Faradisation leicht und schnell geheilt und ich habe selbst bei nach Jahren noch bestehenden Lähmungen in kurzer Zeit vollständige Heilung erzielt.

Die cerebrale Gesichtshemiplegie ist wohl zu unterscheiden von der rheumatischen Lähmung des *N. facialis.* In beiden Fällen beobachtet man eine Verzerrung der Gesichtszüge in der Ruhe und bei Bewegungen, so dass das Sprechen und Kauen erschwert ist. Bei der cerebralen Hemiplegie ist zwar der *M. orbicularis palpebrarum* nicht gelähmt, doch kann man blos aus der Abwesenheit dieser Lähmung noch nicht auf eine cerebrale Hemiplegie schliessen. Solche partielle Lähmungen des *N. facialis* kommen mitunter vor und es entscheidet in diesen Fällen die elektromusculäre Untersuchung: bei der Lähmung des *N. facialis* haben die gelähmten Muskeln ihre elektrische Contractilität verloren, während diese bei der cerebralen Hemiplegie unversehrt ist.

Die **Art der Behandlung** durch Elektricität ist bei Lähmungen nach Cerebralhämorrhagie von besonderer Wichtigkeit. Da Kranke, die einmal eine Apoplexie gehabt haben, zu neuen Anfällen prädisponirt sind, so kann eine zu heftige elektrische Reizung eine neue Congestion oder Blutung im Gehirn zur Folge haben. Man darf deshalb nie die früher häufig gebrauchte Elektrisirung durch Reflexwirkung anwenden, die darin besteht, die Ströme von den Extremitäten im Verlauf der Nerven nach dem Gehirn gehen zu lassen, indem die Kranken die Conductoren in den befeuchteten Händen halten. Duchenne führt mehrere Fälle an, wo diese Art der Elektrisirung Hemiplegische sofort betäubt zu Boden geschmettert hat und es mag daraus die Gefahr ihrer Anwendung bei cerebralen Lähmungen hervorgehen.

Vorsichtiger wird man immer so verfahren, dass man die Stromgeber soviel als möglich einander nahe hält, so dass die Strombahnen möglichst kurz sind; man beschränkt dadurch die Einwirkung auf die einzelnen Muskeln, während sonst z. B. bei einer beabsichtigten Reizung der Extensoren die leichter reagiren-

den Flexoren in Contraction treten. Man muss ausserdem einen anfangs nur sehr schwachen und allmählich in seiner Stärke schwellenden und langsam gehenden Strom wirken lassen. Langsame Schläge, d. h. Unterbrechungen im Secundentempo, haben den Vortheil, dass man starke Ströme anwenden kann, ohne allzu schmerzhafte Empfindungen zu erregen; durch schnellschlägige Ströme werden nur die oberflächlichen Muskelfasern gereizt und weniger energische Contractionen erzeugt, als durch langsame Schläge.

Wenn bei einem Hemiplegischen eine Contractur besteht, so fragt es sich, ob man die verkürzten Muskeln selbst oder die Antagonisten der contrahirten Muskeln elektrisch reizen solle.

Faradisirt man die in Contractur befindlichen Beugemuskeln der Hand durch einzelne langsame Schläge, so gelingt es nach einiger Zeit, die Muskeln zu erschlaffen und somit die vorher krampfhaft geschlossene Hand zu öffnen und zu strecken und sogleich nach dieser Operation empfinden die Kranken weniger Steifigkeiten; die Contractur kehrt aber gewöhnlich bald wieder zurück und wird in den günstigeren Fällen durch die Faradisation nur verringert.

Auch die von Remak empfohlene Lösung der Contracturen durch starke galvanische Ströme ist ohne Erfolg; in einigen Fällen gelang es mir nur, ebenso wie bei Anwendung des Inductionsstromes, die in Contractur befindlichen Muskeln für einige Zeit zu erschlaffen, doch kehrte die Contractur bald wieder zurück.

Lange Sitzungen sind zu vermeiden; die Dauer der gesammten Behandlung kann ziemlich beschränkt sein, weil bei der Hemiplegie die Muskeln in der Regel wenig atrophirt sind, nicht in ihrem Gewebe leiden und man nur die willkürliche Contractilität anzuregen hat. Wenn nach 15—20 Sitzungen die Muskeln ihre willkürlichen Bewegungen noch nicht wenigstens theilweise wiedererlangt haben, so ist wenig von einer fortgesetzten Behandlung zu hoffen.

Indess darf ein erster erfolgloser Versuch nicht für immer die Anwendung der Elektricität verwerfen, denn es kann vorkommen, dass nach einigen Monaten der Zustand des kranken Gehirns sich geändert hat und dass dann ein neuer Versuch ein glücklicheres Resultat giebt, als der erste.

4. Krankheiten des Rückenmarks.

Vorbemerkungen.

An die bedeutenden Fortschritte, welche die Neuzeit in der Kenntniss der Rückenmarkskrankheiten gemacht hat, haben sich nicht minder eifrige und auch fruchtbringende Bestrebungen in der Therapie derselben geknüpft und es ist insbesondere die elektrische Behandlung der Krankheiten des Rückenmarks in beachtenswerther Weise und oft mit glänzendem Erfolge angewendet worden.

Ueberblicken wir kurz die Entwicklung der Ansichten über die therapeutische Wirksamkeit der Elektricität bei Rückenmarkskrankheiten, soweit dies in dem engen Rahmen eines für das praktische Bedürfniss bestimmten Buches möglich ist, und suchen wir vor Allem die leitenden Grundsätze und die zur Zeit erlaubten Schlussfolgerungen zu finden, so müssen wir auf Remak zurückgehen. — Remak nahm auf Grund einer mitgetheilten, allerdings vielfach ungesichteten Zahl von erzielten Erfolgen für den galvanischen Strom als wahrscheinlich an, dass der Strom wie in vielen andern Fällen auflösend, resorbirend, katalytisch wirke. Die Treffbarkeit des Rückenmarks vermittelst des galvanischen Stromes, also die logische Voraussetzung aller und jeder Discussion, hatte somit Remak ohne Weiteres angenommen. Von den gewichtigsten Seiten wurden Zweifel laut, ob denn ein Organ, das von so straffen Hüllen, einem so gewaltigen Knochencylinder und noch dazu einer so mächtigen Muskelmasse rings umgeben sei, von dem Strome überhaupt erreicht werden könne. Die Ausschlag gebenden Versuche Erb's, welche die Voraussetzung Remak's bestätigten, machten allen Zweifeln ein Ende; dieselben sind von fundamentaler Wichtigkeit und bilden dergestalt die einzig factische Unterlage des elektrotherapeutischen Wirkens. Erb brachte mit dem an einer Stelle entblössten Gehirn der Leiche als Rheoskop einen Froschschenkel in Verbindung und leitete quer durch den Kopf einen mittelstarken (10 bis 15 Elem.) Strom und es traten Zuckungen des Schenkels bei Wendungen ein; den Versuchen am Rückenmark stellten sich mehr Schwierigkeiten entgegen — allein dem Schluss des genannten Autors, dass Rückenmark wie Gehirn zunächst treffbar seien, pflichtet heute wohl Jeder bei. In der That lassen sich die von so unzähligen Poren, von grössern und kleinern Saftkanälen durchbrochenen Knochen als ein leitender Körper betrachten, dessen Leitungsfähigkeit durch die Einschaltung

so vieler Knochenmasse wohl erschwert, aber nicht unmöglich gemacht ist. Der Physiologie hat unsere Disciplin nicht viel Aufschluss zu danken; alles Förderndc ist der Praxis und der pathologischen Beobachtung entsprungen.

Die schon von Nobili und Matteucci constatirte und später bestätigte Thatsache, dass der galvanische Strom reizmindernd wirke, fusste auf Versuchen an Fröschen, wo erstens Krämpfe und, wie wohl aus der Darstellung hervorgeht, idiopathische Krämpfe unter der Einwirkung des Stromes schwanden. Die Matteucci'schen und Ranke'schen Beobachtungen sind mit Strychnin intoxicirten Fröschen entnommen. Nichts war natürlicher, als dass man diese Beobachtungen auch auf den Menschen übertrug und Mendel war der Erste, welcher die Wirkung des Stromes beim Tetanus erwies; hieran schliessen sich, wenn auch der Zeit nach später, aber dem Ideengang nach die Leyden-Rabow'schen Thatsachen; es handelte sich um Lähmungen mit Contracturen nach Typhus, wie sie in der letzten Zeit vielfach (Rehn etc.) gesehen wurden und unter der galvanischen Behandlung trat rapide Besserung ein. Leyden selbst hält diese rasch weichenden Contracturen für rein reflectorischer Natur, und vergleicht die Wirkungsweise des Stromes mit der der Narkotika. Wir hätten uns also dieselbe so zu denken, dass die vom Strom durchflossene, krankhaft afficirte Stelle beruhigt wird, oder um uns etwas präciser, aber in demselben Maasse hypothetischer auszudrücken, dass die durch Steigerung der Reflexerregbarkeit bedingte Contractur durch den Strom dergestalt beseitigt wird, dass die durchflossene Strecke unempfindlich also auch für die reflectorischen Reize wird.

Wir werden hierdurch mitten in eine Reihe von Untersuchungen und Resultaten geführt, die alle die Wirkungsweise des Stromes zum Gegenstand haben und als deren Ausgangspunkte die Ansichten Brenner's und Benedikt's angesehen werden müssen. Brenner stellte in seinen Untersuchungen die methodisch entwickelte Ansicht auf, dass die beiden elektrischen Pole, der positive wie negative, eine gänzlich verschiedene Wirkung auf den Körper haben, dass der therapeutische Erfolg von der Wahl der Pole, nicht aber von der Richtung des Stromes abhänge, ein Punkt, dem die ganze Lehre den Namen der polaren dankt.

Den entgegengesetzten Standpunkt nimmt Benedikt ein, der die Richtungsmethode bis in ihren äussersten Consequenzen vertritt. Der Vollständigkeit halber fügen wir noch die Arbeiten von Burckhardt, Filehne, Uspensky an; Burckhardt folgt im Wesentlichen Benedikt,

Filehne huldigt der polaren Anschauung und Uspensky betrachtet das Rückenmark einfach als einen peripheren Nerven und lässt es alle Erregungsphasen und Modi desselben durchmachen.

Fassen wir zusammen, was wir über die Wirkung und Wirkungsweise des Stromes auf das Rückenmark wissen, so ist es freilich wenig genug; die Versuche Erb's, dass es überhaupt treffbar ist, die praktischen Beobachtungen, dass bei Einwirkung eines starken Längsstromes und Wendungen und Schliessungen excentrische Sensationen, Contractionen der Oberschenkelmuskeln eintreten, die spärlichen Beobachtungen über die vasomotorische Wirkung, sind so ziemlich alles, was wir sicher wissen. Ganz besonders ist der von Heidenhain gefundene erfrischende Einfluss des Stromes zu betonen, der namentlich bei Behandlung der functionellen Störungen von Wichtigkeit ist. — Die praktische Elektrotherapie hat sich hiermit freilich nicht begnügt und hat mit rastlosem Eifer eine zahllose Menge Material — brauchbares und unbrauchbares — aufgehäuft und auf die Ausbeutung desselben sind wir vor der Hand angewiesen. Der Inductionsstrom erfreut sich einer directen Wirksamkeit auf das Rückenmark und praktischer Verwendbarkeit in dieser Richtung nicht; ein um so grösseres Feld verbleibt ihm für die indirecte oder symptomatische Behandlung, auf die wir nachher eingehend zu sprechen kommen werden.

Der rein technischen Seite uns zuwendend bemerken wir sogleich den naheliegenden Unterschied, den uns die tägliche Erfahrung aufzwingt, die Scheidung der functionellen Krankheiten von den anatomisch localisirbaren mit schwereren organischen Veränderungen, und es wäre erwünscht, böte uns die Elektrotherapie die Möglichkeit, die verschiedenartige Heilungsweise beider durch den Strom zu erklären. Für beide Kategorien bleibt uns nichts anderes übrig, als auf die katalytische Wirkung Remak's zu recurriren. Freilich nur ein Wort, und zwar ein recht vielsagendes, allein die Einwirkung des Stromes auf die vasomotorischen Nerven, die Einwirkung auf die zahllosen Blut- und Lymphbahnen, die alle mit mächtigen Muskellagen ausgekleidet sind, deren Lumina sich doch unter dem Einfluss desselben ändern und so eine unberechenbare Strömung veranlassen, die im Stande ist Störungen zu beseitigen, die mächtigen chemischen Wirkungen — kurz alle diese Factoren, so sehr sie sich auch der Einsicht entziehen, machen es wahrscheinlich, dass die Hauptwirksamkeit eben die katalytische ist.

Die Behandlung des Rückenmarkes selbst, des locus morbi, haben wir zu scheiden von der symptomatischen Behandlung; jene hat der

strengen Forderung Brenner's zu genügen; die schweren Rückenmarksleiden haben ausnahmslos eine Menge an der Peripherie sich geltend machende Störungen im Gefolge, die in der Natur des Rückenmarks als eines intermediären Apparates ihre Erklärung finden und ihrerseits eine selbständige Behandlung verlangen. Die centrale Behandlung, welche vor Allem in Frage kommt, ist umständlich und verlangt technische Routine seitens des Kranken sowie des Arztes.

In Anwendung kommt hier die centrale Behandlung, vorwiegend der galvanische Strom, weil er mehr in die Tiefe wirkt und hauptsächlich wegen seiner katalytischen und chemischen Wirkung. Man beginne zunächst mit mässigen Stromstärken und vermeide alle unnöthigen und nicht eigens beabsichtigten Wendungen.

Ein jeder Elektrotherapeut glaubt durch Aenderungen in der Grösse und der Form der Elektroden und der Methode das Vollendetste zu leisten und es ist nicht zu leugnen, dass diese sogenannten Aenderungen meist höchst nebensächlicher Natur sind; doch hat, und das darf nicht vergessen werden, nur allein die ärztliche Praxis die Technik ausgebildet und ist also auch jeder kleine Wink des beschäftigten und erfahrenen Praktikers mit Dank anzunehmen. Damit die Durchströmung eine möglichst vollständige werde, wähle man grosse Stromgeber und lasse sie mit doppelter Leinwand überziehen; sodann setze man die Elektroden fest auf und, um die Schmerzen nicht zu arg werden zu lassen, nicht zu nahe bei einander. Erb pflegte die im Allgemeinen doch häufigeren Strang- oder Längserkrankungen von den circumscripten in der Behandlung zu trennen; bei den ersteren werden beide Elektroden auf die Wirbelsäule gesetzt, die eine auf die Lendenwirbel, die andere auf die unteren Halswirbel bei etwas nach vorn geneigtem Kopf. So lässt man eine mässige Stromstärke (die aber individuell und je nach vorliegendem Fall höchst verschieden ist) durchfliessen und ist die Haut nicht zu trocken und dick und das Fettpolster mit den Muskeln nicht zu stark, so kann man als ein sehr gutes Merkzeichen, ob das Rückenmark vom Strom getroffen ist, die ein- oder zweimalige Kathodenschliessung unmittelbar unter dem 7. Halswirbel benutzen; es tritt in diesem Fall sofort der bekannte und selbst von den stupidesten Kranken bemerkte metallische Geschmack auf. Wie man nun die beiden Pole applicirt, ob Anode oben oder unten oder Kathode oben oder unten, darüber kann man sich theoretisch oder praktisch seine eigenen Anschauungen bilden; allein eine Reihe gut constatirter Thatsachen aus der praktischen Erfahrung geben uns doch eine gewisse Directive. Die Anode mit ihren reizmindernden Eigenschaften wird

man zunächst in Anwendung bringen bei vorwiegenden Schmerzen und Reizungserscheinungen, sodann verlangt die mehr oder minder nervöse Constitution der Kranken, mit der ausgeprägten Ueberempfindlichkeit aller peripheren und Sinnesnerven, vorzugsweise die Anode. Die Kathode wird in allen den Fällen hauptsächlich anzuwenden sein, wo die Reizerscheinungen zurücktreten, und die Affection eine alte, Atrophie etc. z. B., ist. Hinsichtlich der Stromrichtung bevorzugen wir die aufsteigende, also Anode auf den Lendenwirbeln, Kathode auf den Halswirbeln. Um nun die erkrankte Partie unter den Einfluss des Pols zu bringen, hält man den einen fixirt und geht mit dem andern schrittweise über das gesammte Rückgrat — also bei fixirtem untern mit der obern Elektrode und bei fixirtem obern mit der untern. Ist dagegen die Affection eine mehr localisirte, also beispielsweise Hämorrhagie des Marks, Myelitis, atrophische Lähmung der Kinder etc., so verlässt man mit Recht die Längsströmung, setzt die differente Elektrode auf die anatomisch diagnosticirte Stelle und die indifferente auf die vordere Fläche des Körpers in correspondirender Höhe mit der hintern, also jenachdem auf Brust oder Bauch. Alle Wendungen, Unterbrechungen, soweit sie nicht zur Diagnose nothwendig oder sonst zweckentsprechend sind, sind zu unterlassen. Beobachtet man eine Reihe der verschiedenartigsten Rückenmarkskranken auf diesen Punkt hin genau, so wird man finden, wie gerechtfertigt dieser Rath ist.

Wir haben der viel genannten und viel bezweifelten Einwirkung auf das Rückenmark vom *Sympathicus* aus noch zu gedenken, die von Remak, Benedikt und M. Meyer als besondere Methode ausgebildet und bezeichnet wurde. Man kann sich hier, wie überhaupt bei der Beeinflussung des sympathischen Systems auf uns unbekannten Wegen einen Einfluss irgend welcher Art (trophisch) auch auf das Rückenmark vorstellen, derselbe entzieht sich aber vor der Hand noch jeder genaueren Kenntniss. Rathsam ist es unter allen Umständen, mit der directen Behandlung des Rückenmarks die Galvanisation des Halssympathicus noch zu verbinden oder beide Methoden dergestalt zu combiniren, dass man die Kathode auf das *Ganglion supremum* setzt und die Anode auf der entgegengesetzten Seite der Wirbelsäule (langsam damit von oben bis unten gehend) und vice versa applicirt. Eines genauen Urtheils glauben wir uns auf diesem hypothetischen Gebiete enthalten zu müssen; constatirt sei einfach die Thatsache, dass viele und gute Beobachter sehr gute Resultate mit dieser Behandlung erzielt haben.

Was die übrigen noch vorgeschlagenen Methoden anlangt, auf das Rückenmark einzuwirken, so beruhen dieselben auf der reflectorischen Einwirkung auf das Centralnervensystem, das wir zum Theil schon beim Gehirn besprachen. Mag diese Einwirkung in der Faradisation der Haut mittels des Pinsels, der Faradisation oder Galvanisation der Muskeln, galvanischen Bädern bestehen — alle sind sie auf den Vorgang des Reflexes zurückzuführen und mit allen sind von glaubwürdigen Männern Erfolge erzielt worden.

Hinsichtlich der symptomatischen Behandlung der Rückenmarksstörungen und ihrer Dependenzen müssen wir, was die periphere Inangriffnahme der Krämpfe, Lähmungen u.s.w. anlangt, auf die einzelnen Abschnitte verweisen; nur auf einen der traurigsten Folgezustände vieler Rückenmarksleiden müssen wir genauer eingehen: die Blasenlähmung. Dass unter der galvanischen Behandlung Tabetiker mit ziemlich bedeutenden Blasenstörungen wieder erträglich gebessert werden, ist unzweifelhaft und wir wüssten keinen Umstand, etwa ausser der Verhütung des Decubitus, der mehr zu einer geduldigen Behandlung aufforderte, als die Hoffnung, die Blasenlähmung zu bessern. Wir kommen des Genauern auf dieselbe zurück und begnügen uns die allgemeinen Methoden anzuführen. Althaus legt besonderes Gewicht darauf, die Blase nicht intern zu behandeln aus zweierlei Gründen: zunächst ist die Einführung eines mit stromgebender Spitze bewaffneten Bougies und Galvanisation unter allen Umständen reizend — und sodann ist der Grundsatz der neueren Chirurgen gewiss zu beherzigen, die Blase sowenig als möglich mit Instrumenten zu berühren, um nicht zersetzende und fäulnisserregende Dinge einzuführen und so vielleicht den noch nicht vorhandenen Katarrh herbeizuführen. Wir können die Methode von Althaus, die Kathode auf die Lendenwirbelsäule und die Anode über das Schambein zu setzen, nur warm empfehlen und fügen hinzu, dass nach eingehenden Prüfungen bei sehr grossen Zahlen auch von Enuresis nocturna, also einer Affection, deren Ursprung im Lendenmark zu suchen ist und die verwandt ist mit der Blasenparalyse, die Anode tief in den Damm gedrückt sehr gute Dienste leistet.

a. Functionelle Störungen des Rückenmarks.

I. Functionelle Schwäche. *Neurasthenia spinalis.*

Von den Aerzten der 30ger Jahre dieses Jahrhunderts (Brown, Eisenmann, Stilling) wurden unter dem Namen der Spinalirritation eine Summe von Störungen unter einem vielgestaltigen Bilde angenom-

men, das bald bis zur Unkenntlichkeit entstellt wurde und aus welchem nach seiner völligen Discreditirung erst die allerneuste Zeit wieder compacte Krankheitsbilder herauszuschälen versucht. Beard und Rockwell haben versucht ein selbständiges Bild zu entwerfen von einer gewöhnlich mit unter die Irritation begriffenen Affection, die sie *Neurasthenia* nannten und Erb hat zur vorläufigen Vervollständigung dasselbe erweitert. Wir schliessen uns im Wesentlichen den Anschauungen der Amerikaner an und können auf Grund einer grössern Zahl von genau beobachteten *Neurasthenieen* die Symptomatologie als zutreffend anerkennen.

Unter der *Neurasthenie* oder der functionellen Schwäche des Rückenmarks verstehen wir ein Symptomenbild, das sich im Wesentlichen aus folgenden typisch wiederkehrenden Zügen zusammensetzt. Die Patienten, meist dem mittleren Alter angehörig, sind unfähig sich körperlich oder geistig anzustrengen, ermüden sofort; dabei schmerzen die Muskeln, als ob sie ausserordentlich gearbeitet hätten. Intensiver sind die sensiblen Störungen; ein unaufhörlicher drückender und ausschliesslich die Stirn einnehmender Kopfschmerz plagt die Kranken, dabei anhaltender Rückenschmerz, der mehr den Charakter der musculären Insufficienz trägt und namentlich bei Bewegungen der Wirbelsäule eintritt; höher oben in der Gegend der Schulterblattwinkel ist der Schmerz mehr brennend; geringere Parästhesieen, wie Ameisenlaufen an den untern Extremitäten, Gefühl des Eingeschlafenseins, leichte fibrilläre Zuckungen, öfters wiederkehrende Wadenkrämpfe und eisig kalte Füsse vervollständigen das Bild. Am auffallendsten ist der gesammte Geschlechtsapparat angegriffen und weist die Aetiologie auf einen engen Connex mit demselben hin; meistentheils, doch nicht ausschliesslich betrifft die Krankheit alte Onanisten, zuweilen junge Ehemänner, also Personen, die übermässigen geschlechtlichen Excessen sich ausgesetzt haben; während in einer Reihe anderer Fälle Erkältungen oder geistige oder körperliche Ueberanstrengung als Gründe angesehen werden müssen. — Es mehren sich innerhalb kurzer Zeit die Pollutionen und sind von dem typischen Kopfschmerz begleitet, der schliesslich bleibend wird; es tritt sodann absolute Unfähigkeit ein, den Coitus auszuüben wegen mangelnder Erection und die hierdurch bedingte psychische Depression, sowie die allgemeine Nervosität tragen das Ihrige zum gänzlichen Herunterkommen der Kranken bei.

Was die rein elektrotherapeutische Behandlung anlangt, so giebt es kaum eine dankbarere Affection als grade diese; am besten wirken stabile Rückenmarksströme mit möglichster Vermeidung aller Wen-

dungen und Oeffnungen, wobei wir ausdrücklich bemerken, dass alle unsere Kranken nur geringe Stromstärken (10—20 El.) vertrugen; in der Eingangs erwähnten Weise wird das Rückenmark (Anode — Lendenwirbel, Kathode — Halsganglion des Sympathicus mit langsamem Aufrücken der Anode durchströmt und fügen wir eine locale Behandlung der Sexualorgane — Anode Lendenwirbel, Kathode auf dem Damm hinzu. Nach 8—10 tägigen Sitzungen tritt gewöhnlich schon wesentliche Besserung ein und unter Zuhülfenahme anderer Maassnahmen vervollständigt sich dieselbe; der quälende Kopfschmerz weicht meist wiederholten Galvanisationen des Halssympathicus (Kathode Kieferwinkel — Anode Gaumenbogen), während Chinin mit Eisen, Strychnin uns im Stich liess; hinzugefügt mag sein, dass heftige Erkältungen oder Excesse nicht selten Rückfälle verursachen.

II. Spinalirritation.

Es ist nicht der Ort, die reiche Literatur dieser Krankheit hier aufzuführen und auf ihre Berechtigung zu prüfen, voreilig aber ist es sicher, die nach Hunderten zählenden Beobachtungen der tüchtigsten ältern Aerzte ignoriren zu wollen, weil diesem fast regellosen Bilde ein anatomisches Substrat nicht gegeben werden kann. Immerhin mag erwähnt sein, dass man die Anämie des Rückenmarks als Ursache angesprochen hat, ja bis zur Aufstellung einer isolirten Anämie der einzelnen Rückenmarksabschnitte gegangen ist. — Obwohl verwandt mit der *Neurasthenia* charakterisirt sich die Spinalirritation doch durch die ihr eigenthümliche Schmerzhaftigkeit der Wirbel, überhaupt aller peripheren Nerven, und dadurch, dass sie namentlich bei Frauen vorkommt, während jene fast ausschliesslich Männer betrifft. Ungleich schwieriger als dort lassen sich die Symptome zusammenfassen und ist das Treffende und immer wieder zu Erkennende schwer herausheben.

Die allmählich entstehende Schmerzhaftigkeit betrifft regelmässig die Wirbelsäule in verschiedener Höhe, sodann fast alle Theile des Körpers in wechselnder Folge und Ausdehnung; die Parästhesien ähneln denen der Neurasthenie, während die dort stets vorhandenen eiskalten Füsse hier des Oefteren vermisst werden. In das motorische Gebiet fällt ausser Zuckungen einzelner Muskeln oder Muskelgruppen vor allem das Schwächegefühl; die in der älteren Literatur niedergelegten Beobachtungen von Lähmungen lassen wir als zweifelhaft unberücksichtigt; dagegen haben wir mehrmals einen besondern Gang bemerkt, der mit dem atactischen nichts gemein hat. Die Kranken haben das Gefühl, als versänken sie mit dem auftretenden Fuss in

den Boden und es entsteht so ein geradezu wellenförmiges Gehen, das sehr quälend ist.

Vielfache nervöse Symptome vom Magen, Herzen, der Blase, Schlaflosigkeit sowie psychische Erregtheit haben nicht wenig dazu beigetragen, der ganzen Affection den unverdienten Namen einer hysterischen zu verschaffen.

Die elektrische Behandlung weist hier weniger gute Erfolge auf; an die Galvanisation des Rückenmarks und der Sexualorgane schliesst sich passend gleich die des Sympathicus an; sodann faradisire man die Extremitäten und rufe mehrmalige kräftige indirecte Contractionen der einzelnen Muskeln hervor. Das Schwächegefühl wird hierdurch bekämpft und kann auch die elektrische Behandlung durch ein mässiges hydriatrisches Verfahren unterstützt werden. Sehr gute Dienste thuen kalte Abreibungen mit kühlen Sitzbädern verbunden und darauf folgender elektrischer Behandlung, wenigstens sahen wir den allgegenwärtigen Schmerz und die Müdigkeit sich dadurch bessern. Die zuweilen rasch eintretenden Besserungen sind freilich, wie auch alle Beobachter von Brown und Ollivier bis auf Reynolds, Hammond, Erb u. a. beschreiben, sehr trügerisch. Als Massstab für die Dauer und Intensität der elektrischen Sitzungen halte man die auf reicher Erfahrung beruhende Bemerkung Hammond's fest, dass keine Sitzung länger als 15 Minuten und keine einzelne Application länger als 3—4 Minuten dauern soll; selbst bei sonst kräftig gebauten Individuen arbeite man nur mit einem guten Rheostaten, benutze nur mässige Stromstärken und vermeide alle nicht nothwendigen Stromänderungen, da Herzklopfen, Schwindel, selbst Erbrechen und Ohnmachten vorkommen. Die weitere Therapie ist, soweit sie nicht eine rein allgemeine ist, viel zu sehr auf Theorien der Krankheit gebaut, die für uns nichts Förderndes enthalten.

b. Organische Störungen des Rückenmarks.

Indem wir die gesammte Gruppe der Krankheiten der Häute des Rückenmarks unberücksichtigt lassen, da sie dem Elektrotherapeuten fast nie Gegenstand einer fruchtbringenden Behandlung werden, wenden wir uns zu dem grossen Gebiete von Störungen des Rückenmarks, auf welchem im Verein mit der histologischen Forschung und der genauen klinischen Beobachtung auch die Elektrotherapie Rühmendes zu verzeichnen hat. Der kritische Sonderungsprocess hat die anatomische Localdiagnose in einer ungeahnten Weise gefördert und ist

noch im Begriff, vieles bisher Geglaubte umzureissen und Neues hinzuzufügen. Aus rein praktischen Gründen fassen wir die als acute und chronische Myelitis parenchymatosa nebst Einschluss der Compressions- und syphilitischen Myelitis zusammen, um sie von der elektrotherapeutischen Seite zu würdigen.

Die parenchymatöse Myelitis ist eine meist chronische Krankheit; doch kann der Zeitraum der Dauer ungemein schwanken. Sie entwickelt sich ebensowohl entschieden, wie so viele andere Affectionen, durch intensive Erkältungen, die manichfachsten Erschöpfungszustände, nach Typhus etc. und in einer grossen Zahl der Fälle entsteht sie secundär in Folge von Wirbelverletzungen, Traumen, Schussverletzungen und den zahlreichen Neubildungen, die von der Knochenhülle, den Meningen oder dem Mark ausgehen und durch Druck das Rückenmark langsam zur Zerstörung bringen. Mag der myelitische Ausgangsheerd sich befinden, wo er will, in allen Fällen hat die Krankheit das Bestreben, der Länge und Breite nach die verschiedenen functionell so unendlich wichtigen Bezirke des Rückenmarkes in ihr Gebiet zu ziehen; und so erklärt es sich denn, dass gerade die Myelitis so oft das Feld abgiebt, auf dem auf Grund angeblich unumstösslicher physiologischer Sätze die Symptome die gewagtesten Erklärungen finden.

Auf dem engen Raume sind im Rückenmark zusammengedrängt die sensible Leitung, die motorische Leitung, die Coordination der Bewegungen, die Reflexthätigkeit und Reflexhemmung, sowie vasomotorische Bahnen und Centren für die Eingeweide — und alle diese complicirten Functionen können je nach der Ausdehnung und der Lage des Processes gestört werden.

Als verwendbar für die Diagnose und gleichzeitig als Sätze, die zur Zeit anerkannt sind, dürfen wir im Wesentlichen Folgendes annehmen (Schiff, Brown-Séquard, Goltz, Freusberg, Schiefferdecker, Uspensky, Heidenhain, Eckhardt, Woroschiloff etc.):

Völlige Compression oder Trennung des Rückenmarks steigert die Reflexe in dem dahinter gelegenen Abschnitt; partielle Zerstörung des Brustmarks lässt ausser der Aufhebung des Willenseinflusses die Reflexe, deren Sitz das Lendenmark ist, ungestört; die Ernährung der peripheren Organe, Muskeln, Gelenke etc. ist abhängig von der Erhaltung der entsprechenden Theile der grauen Substanz (siehe später die progressive Muskelatrophie); halbseitige Durchtrennung bedingt Lähmung und Hyperästhesie derselben und Anästhesie (Störung der Bewegung) auf der andern Seite; die graue Substanz ist die Trägerin der Schmerzempfindung; die Hauptleitung für die Tast- und Temperaturempfindungen liegt in den weissen Hintersträngen (nicht in den Vorder- und Seitensträngen); die motorische Leitung kennen wir noch nicht vollständig, doch laufen die willkürlichen Bahnen sicher in den Vordersträngen; die coordinatorischen Bahnen stammen

aus dem Gehirn und liegen an einer Stelle (dem Lendenmark) nachweislich in den mittleren Seitensträngen; im gesammten Rückenmark (nicht nur in der *Medulla obl.*) liegen vasomotorische Centren und liegen dieselben wahrscheinlich in der grauen Substanz (Austritt, Seitenstränge, vordere Wurzeln); der Sitz der trophischen Centren ist nahezu sicher in den Vorderhörnern; die Reflexthätigkeit ist an die graue Substanz gebunden; der Sitz der Reflexhemmung, sowie deren Verlauf ist noch nicht sicher: die Innervationscentren für Herz, Athmung, zum Theil Verdauung, Defäcation, Harnentleerung, Erection und Ejaculation, Uterusbewegung liegen im Rückenmark.

Diese wenigen Sätze beweisen, mit Hinweglassung allen Details, dass ohne eine stete und minutiöse Berücksichtigung der anatomischen und physiologischen Verhältnisse an eine Präcisirung auch nur des einfachsten Krankheitsbildes nicht herangegangen werden kann und sie machen es einleuchtend, dass durch das Ergriffensein des einen oder anderen Complexes eine regellose Combination von Symptomen entstehen muss und jedes Krankheitsbild sein eigenes Gepräge bekommt.

Die Anfangserscheinungen in der sensiblen Sphäre sind geringe Parästhesien, leichte ziehende, nach den Extremitäten ausstrahlende Schmerzen, die allmählich (öfters auch sehr bald) den Charakter neuralgischer Schmerzen mit bestimmtem Verlauf annehmen. Hyperästhesie an den Wirbeln, Rippenanfängen und öfter an den Intercostalräumen gesellt sich hinzu; die einzelnen Empfindungsqualitäten (als Tast-, Temperatur- und Schmerzgefühl) werden meist einzeln ergriffen und ist gerade die Analgesie ein constanter Anfangsbefund; sie betrifft den Rumpf, die Extremitäten in ungleicher Folge und Intensität. Seitens der motorischen Sphäre sind die Anfangssymptome oft unsicher; Muskelzuckungen, öfter ganzer Gebiete, wechseln mit vorübergehenden tonischen Contracturen mit Vorliebe in den Extensoren der Oberschenkel; und nach kürzerer oder längerer Zeit tritt eine motorische Schwäche in den Extremitäten ein, die meist beide Beine nach einander ergreift und mit totaler Lähmung endigt. — Die Function der Blase, die nach den Untersuchungen von GOLTZ ihr Centrum im Lendenmark hat, ist bei Ergriffensein dieser Partie gestört; die anfängliche Schwäche endigt bald in Lähmung der Blasenmuskeln und meist im Anschluss hieran reihen sich reizende und lähmende Affectionen des Genitalsystems an. Es mag die Andeutung genügen, dass je nach der Höhe und Ausdehnung des Heerdes natürlich die Hauptsymptome wechseln müssen: so bewirkt die Zerstörung des Lumbaltheiles Parese bis Paralyse der Beine, Schmerzen in den sensiblen Nerven derselben, Ergriffensein der Blase und der Potenz; liegt der

Heerd höher in der unteren Brustpartie, so kommen vorwiegend tonische und klonische Krämpfe, Sphincterenparalyse vor und nähert er sich der Cervicalanschwellung und der *Medulla oblong.*, wo auf engem Raume die wichtigsten Centren zusammengedrängt liegen, so sind Lähmung sowohl sensible als motorische der oberen Extremitäten, Zerstörung des Herz-, Athem- und Deglutitionscentrums, Sprachbeschwerden, sowie eine Reihe Symptome, die in die Bulbärkernparalyse übergreifen, die Folge.

Die elektrotherapeutische Behandlung ist in den schweren und rasch verlaufenden Fällen trostlos, dagegen hat sie in den langsameren und zeitweise oder selbst lange Zeit still stehenden Fällen ihre Berechtigung. Um zunächst über die viel discutirte Frage des Verhaltens der elektrischen Erregbarkeit zum Schluss zu kommen, so haben wir uns dem Urtheil Marshall-Hall's vollständig angeschlossen, dass die Muskelerregbarkeit vermindert wird und schliesslich erlischt; auch die Nervenerregbarkeit, sowohl die galvanische als faradische, halten einen ähnlichen Gang ein: entweder sind sie beide im Anfang gar nicht verändert, oder aber sie erlöschen beide (wie uns scheint) gleichmässig ganz allmählich und in demselben Grade, als der Process im Mark sich verbreitert und verlängert; Steigerungen in einzelnen Nervengebieten sahen wir niemals.

Dass dieser besagte Befund meist an den unteren Extremitäten gemacht wird, erklärt sich aus der grösseren Häufigkeit der myelitischen Heerde in den unteren Abschnitten des Rückenmarks; sitzen dieselben höher, so ist er an den oberen Extremitäten ganz entsprechend.

Da von einer causalen Behandlung, resp. Einwirkung der Elektricität (wir vermeiden absichtlich die sogenannten vasomotorischen und trophischen Einflüsse auf diesem an und für sich schon dunklen Gebiet) auf den myelitischen Heerd nichts Bedeutendes gehofft werden kann, so ist hiermit sofort constatirt, dass unsere Therapie eine symptomatische, und wie wir ausdrücklich bemerken, prophylactische sein wird. Zwar fehlt es nicht an entsprechenden Behauptungen, dass durch Galvanisation des Rückenmarks etwas erzielt worden sei, — wir modificiren unsere Erfahrungen dahin, dass überall da, wo bedeutende Schmerzhaftigkeit der Wirbel vorhanden ist, oder auf meningeale Reizung zu beziehende Symptome (tonische Contracturen, Schmerzhaftigkeit) die Elektrotherapie am Platz ist und können wir gerade hierfür einschlägige Beobachtungen anführen. — Auf eines der quälendsten Symptome, die Steigerung der Reflexerregbarkeit (Abschluss der reflexhemmenden Fasern des Gehirns — Soetschenow) hat die Galvanisa-

tion des Rückenmarks gar keinen mildernden Einfluss. Die motorische Schwäche wird in schleppenden, stationär bleibenden Fällen zweckmässig mit peripherer Anwendung der galvanischen und faradischen Reizung behandelt, doch entspricht der Erfolg nie der aufgewandten Mühe.

Hinsichtlich der Blasenschwäche verweisen wir auf die allgemeine Einleitung; sie bessert sich höchst selten, während die sexuellen Reizungen dies unter dem Einfluss von stabilen Rückenmarks-Perineumströmen (Kathode oben, Anode unten) oft thun. Die Behandlung der schweren Fälle von Heerden in dem oberen Hals- und verlängerten Mark ist ganz resultatlos.

Es erübrigt uns noch mit Wenigem der syphilitischen Erkrankungen des Rückenmarks zu gedenken.

Auch hier ist die Thatsache, dass die luetischen Erkrankungen des Gehirns und Rückenmarks sehr wenig Neigung haben, sich zurückzubilden, entscheidend für die Therapie. Mehrere Fälle, die wir des Genauesten vergleichend controlirten, von denen der eine mit Meningealerscheinungen verknüpft war, zeigten nach wochenlangem Galvanisiren des Rückenmarks vorübergehende Besserungen — aber immer wurde der Rückfall schlimmer; im Gegensatz hierzu steht ein anderer Fall, der als Syphilis des Halsmarks wohl mit Sicherheit angesprochen werden konnte und der sich durch das Auftreten von *Diabetes insipidus* besonders charakterisirte; derselbe ist bis jetzt (8 Monate) vollständig genesen.

Hinsichtlich der Technik ist hier nichts Wesentliches mehr hinzuzufügen.

1. Erkrankungen des hinteren Rückenmarks. — *Tabes dorsualis; Ataxie locomotrice.*

Die *Tabes dorsualis* ist eine Affection des Rückenmarks, deren Wesen in der Störung der Coordination der Bewegungen beruht (Duchenne), und als deren anatomisches Substrat wir zur Zeit eine Entartung der hintern Stränge des Rückenmarks kennen; ob sensible Störungen als wesentlich und eigenthümlich zum Bilde derselben gehören, ist zur Zeit noch Gegenstand eines hitzigen Streites.

Die Fähigkeit der coordinirten Bewegungen ist eine durch Uebung und unbewusstes Studium vom Tage der Geburt an erworbene Eigenschaft, deren Wesen es ist, eine Reihe physiologisch associirter Muskeln gleichzeitig und jeden einzelnen mit der gehörigen Energie zu einer

bestimmten Leistung zu innerviren. Der Sitz dieser entsprechenden Coordinationscentren ist das Gehirn und kommt dem Rückenmark nur die Rolle zu, diese Impulse zu leiten; ob diese Bahnen in den weissen Hinter- oder Seitensträngen verlaufen, dürfte nach den neueren Untersuchungen und pathologischen Beobachtungen (Schiff, Leyden, Woroschiloff, Charcot, Pierret) noch Gegenstand der Discussion sein, die pathologischen Befunde weisen auf den äusseren Theil der Seitenstränge hin. Viel zu wenig Klarheit aber herrscht noch in dem einen Punkte, welche Provinz des Rückenmarks, resp. deren Entartung, für sich allein und ausschliesslich die Symptome der Ataxie ohne alle weitern der Tabes sonst noch zukommenden Complicationen hervorzurufen vermag. Charcot, den wir in diesem Punkte wohl als den Vertreter der Mehrzahl aller Aerzte ansehen dürfen, präcisirt seine Ansicht scharf dahin, dass die einzige in allen Perioden der Krankheit vorhandene anatomische Störung in einem, dem üblichen Begriff der *Sclerose* analogen Process in den seitlichen Theilen der Hinterstränge besteht *(Sclérose des bandelettes externes)*. Leyden huldigt noch heute seiner schon seit Jahren vertretenen Ansicht, dass mit dem atactischen Processe ein (nicht immer proportionaler) Ausfall der Sensibilität einhergeht und dass, da wir anzunehmen berechtigt sind, dass die sensiblen Fasern in den Hintersträngen verlaufen, eine Degeneration dieser Stränge die Ataxie bedinge.

Wenn auch als ätiologische Momente geschlechtliche Excesse von jeher in ihrem Werth übertrieben worden sind, so existiren wieder andere gewissenhafte Beobachtungen, welche für einen Causalzusammenhang sprechen, anderseits stehen auch uns Thatsachen zur Verfügung, die auf Erblichkeit sicher hinweisen (beide Fälle jedoch mit Ueberspringen vom ersten zum dritten absteigenden Gliede). Hier, wie überall muss die Erkältung als häufigster Erklärungsgrund verantwortlich gemacht werden.

Das wichtigste Anfangssymptom, dem man von alter Zeit schon so viel Werth beigelegt hat, besteht in einem zeitweilig auftretenden Schmerz, bohrender, stechender oder auch zusammenpressender Natur, der blitzartig erscheint und oft ebenso rasch verschwindet; vorzugsweise sind die Unterschenkel betroffen, doch auch die oberen Extremitäten, der Nacken, Rumpf, Kopf werden in der Häufigkeitsscala, wie sie genannt sind, heimgesucht. Die Schmerzen scheinen Nachts, wie dies auch Charcot betont, häufiger zu sein, verschwinden bei Tage, bleiben auch öfter einige Tage aus, um regellos wiederzukommen. Diese Zustände wurden in diesem Stadium oft genug als „Muskel-

rheumatismus" angesehen. Oefter jedoch treten diese charakteristischen Schmerzen auch im Rectum, Magen, an der Blase auf, bei welch letzterer sie sich manchmal als ein schmerzhafter vermehrter Drang zum Harnlassen charakterisiren. Als gastrische Krisen werden ferner analoge Schmerzen aufsteigend von den Weichen zum Epigastrium, cardialgische Beschwerden und nicht selten auch sehr starkes Erbrechen beobachtet.

Oft rasch knüpft sich hieran das Stadium der vollendeten Ataxie; anfangs leichter ermüdet als sonst, sieht sich der Kranke bald nicht mehr ganz Herr seiner Glieder; der charakteristische atactische Gang tritt bald zu Tage. Alle feinern Bewegungen, wie sie das Gehen, Stehen, Greifen etc. nöthig macht, wollen nicht mehr von Statten gehen, obschon es der Kranke an der aufzuwendenden Energie und die Muskeln an Kraft nicht fehlen lassen. Der Kranke ist doppelt achtsam mit den Augen, verfolgt alle seine Bewegungen, Stehen und Gehen werden unsicher, alle Versuche der entsprechenden Bewegungen werden mit colossaler Kraft gemacht, aber sowohl die Richtung ist falsch wie das Maass der aufzuwendenden Kraft. Die Bewegungen sind stossweise schleudernd und stampfend, bis schliesslich in den höchsten Graden geradezu clonische enorme Zuckungen bei jedem Bewegungsversuch eintreten. Analog steht es mit den obern Extremitäten, und fügen wir hinzu, dass in seltenen Fällen (Erb) auch die Sprache und die Augen theilnehmen. — In allen Fällen ist die absolute Kraft erhalten, nur die Fähigkeit der coordinirten Verwendung derselben ist verloren gegangen.

Im Anschluss hieran tauchen in dem zweiten Stadium eine ganze Reihe Störungen sensibler Natur auf, auf deren Werth wir uns nachher aussprechen werden. — Ausser dem lästigen Kältegefühl und Formicationen, Parästhesieen der verschiedensten Art ist constant das bekannte Gefühl der Umschnürung durch einen um Thorax oder Abdomen liegenden Ring (Gürtelgefühl); die Füsse sind dem Kranken wie abgestorben, pelzig und klagen die Kranken über die mannigfachsten Störungen hier: als ob ihnen der Boden ausweiche, sie auf Pelz treten etc.

Wenden wir uns zum streitigsten Symptom der Anästhesie; von dem Verlust einzelner Empfindungsqualitäten, z. B. des Druck-, Temperatur-, Tast-, Muskel- und Ortssinnes bis zum Verluste aller dieser zusammen, kommen zahlreiche Mittelformen vor, wo die einzelnen Sinne in verschiedenem Grade gelitten haben, so z. B. Fälle, wo der Drucksinn mehr als das Schmerzgefühl gelitten hat (Apselaphesie). — Ferner

erwähnen wir die Verlangsamung der sensiblen Leitung, die sehr beträchtlich sein kann (Leyden, Naunyn) und mit welcher die merkbaren Stechempfindungen eng zusammenhängen. Besondere Beachtung verdient noch die Störung des vielgenannten Muskelsinns. Man kann denselben ansehen als das stetige Bewusstsein der gegenseitigen Lage und Stellung der Glieder zu einander im Raum und der Aussenwelt, eine Fähigkeit, welche beim gesunden Menschen sehr scharf ist; schon frühzeitig ist der Muskelsinn bei der Ataxie bedeutend gestört und geht selbst fast ganz verloren, desgleichen die Reflexerregbarkeit der Sehnen (Sehnenreflexe — Erb, Westphal), welch letzteres Symptom vom Beginn an constant ist.

Die Frage, ob und in wieweit wir berechtigt sind, den Verlust der Haut-, Muskel- und Gelenk-Sensibilität als Grund der Ataxie anzusehen, begnügen wir uns, abgesehen von allen theoretischen Raisonnements, dahin zu beantworten, dass wir eine ganze Zahl Tabetiker gesehen haben, die niemals auch nur die geringste Alteration der Sensibilität in allen ihren Qualitäten gehabt haben.

Gedenken wir noch mit einigen Worten der mannigfachen drückenden Complicationen, die sich im Laufe der Krankheit hinzugesellen. Von Seiten der Augen erscheint Diplopie, Abducens- und Oculomotoriuslähmung als Anfangserscheinungen der *Tabes* nach Duchenne, wie uns dünkt, meist beim Aufwärtsschreiten des Processes nach der *Medulla oblongata.*

Die Atrophie des *Nerv. opticus* tritt meist in den Endstadien hinzu; jedoch in einzelnen Fällen, die wir mit Leyden als descendirende Tabes ansehen, schon sehr frühzeitig.

Frühzeitig treten Alterationen der sexuellen Sphäre auf; übermässige geschlechtliche Erregung, ja selbst anhaltender Priapismus ist im Beginn häufig, doch bald erlischt die Potenz gänzlich, obwohl auch hier Fälle von sehr langer Dauer vorkommen ohne jegliche Alteration der Potenz.

Die Lähmungen der Blasen- und Mastdarmsphincteren, derentwegen die Kranken so oft Gegenstand der elektrischen Behandlung werden, treten in ihrer vollendeten Form erst später auf und haben *Cystitis* und *Incontinentia alvi* im Gefolge; sie sowohl, als die trophischen Störungen, allgemeine Abmagerung, Schwund der Muskeln, die trophischen Gelenkleiden (Cruveilhier, Charcot) vervollständigen das trostlose Bild. — Was gerade die trophischen Störungen der Muskeln und Gelenke anlangt, so haben wir allen Grund, als Ursache der-

selben das Fortkriechen des Zerstörungsprocesses auf die Ganglienzellen der grauen Vordersäulen anzusehen.

Hinsichtlich des Verlaufs der Ataxie, ein Moment, was gerade für die Würdigung des elektrotherapeutischen Standpunktes nicht unwichtig ist, kommen ganz unberechenbare Schwankungen in der Breite derselben vor und gehören selbst über 25 Jahre Krankheitsdauer mit scheinbar vollständigem Stillstand und Nachlass der Erscheinungen[1]) nicht zu den Seltenheiten, während anderseits oft eine unglaublich kurze Zeit bis zur Ausbildung der vollständigen Ataxie verläuft. Es ist die Berücksichtigung dieses Punktes wichtig um zu bestimmen, ob und wann mit der Elektrotherapie einzuschreiten ist.

Im Allgemeinen können wir sagen, dass im Anfang beim Ueberwiegen der fulguranten Schmerzen wenig erzielt wird; in den Fällen mehr irritativer Natur wirkt der constante Strom entschieden beruhigend und namentlich sind hier die stabilen Rückenmarks-Längsströme am Platz, zumal wenn gleichzeitig die peripheren Nerven *(Cruralis, Peronaeus, Ischiadicus)* unter die Wirkung der Anode gebracht werden. Das eigentliche Feld aber scheinen mehr die torpiden Fälle für die Elektrotherapie zu sein. Die Zahl von Fällen zunächst, bei denen die Beschwerden der Ataxie die alleinigen oder doch die hauptsächlichsten sind, erfahren Besserungen durch die Elektrotherapie, auf welche dieselbe stolz zu sein Ursache hat. In der oben erwähnten Weise wird ein langsam anschwellender starker Strom, Kathode am *Gangl. supr.* des *Sympathicus,* Anode an der entgegengesetzten Seite des Rückgrats mit langsamem Platzwechsel der Anode beiderseitig durchgeleitet und steigen wir ruhig bis zu 20—40 Elementen. Alsdann fügen wir die Durchströmung des Rückenmarks hinzu, Anode je nach der theoretischen Anschauung oben oder unten, Kathode umgekehrt; sodann werden die sämmtlichen erreichbaren peripheren Nervenstämme mit der Kathode getroffen und mehrmalige Zuckungen ausgelöst. — Die Sitzungen sind täglich vorzunehmen und können unbeschadet 10—15 Minuten dauern, da die Galvanisation des Marks gründlich und ruhig geschehen muss.

Unmittelbar nach der Sitzung tritt oft eine bedeutende Erleichterung mancher Beschwerden (insbesondere der Blasenschwäche) ein und wenn diese Besserung auch bald wieder nachlässt, so haben doch die Kranken ein entschiedenes Bedürfniss nach der Wiederholung der

---

[1]) S. Jahresbericht der Ges. f. Nat. u. Heilk. zu Dresden 1876. S. 59.

Galvanisirung, die auch durch die vorsichtige Faradisation der am meisten ergriffenen Theile wesentlich unterstützt werden kann.

Treten aber entschiedene trophische Symptome auf, die ein Erkranktsein der grauen Vordersäulen annehmen lassen, so halten wir die Anwendung der Elektricität zwar wohl für geboten, allein ihr einziges nicht zu unterschätzendes Verdienst ist dann, womöglich dem Verderben Einhalt zu thun oder es zu verlangsamen.

In einer der Zahl nach allerdings geringen Classe von Erkrankungen, die urplötzlich nach einer Erkältung eintreten und durch vollendete Ataxie von den ersten Tagen an charakterisirt sind, haben wir auf diese Weise nahezu gänzliche Beseitigung oder Besserung und wenn auch nur immer auf 3—4 Monate gesehen.

Jedenfalls aber ermahnt der eine Umstand, dass unter den Begriff der *Tabes* noch eine Reihe leichter Krankheitsformen fällt, die anfangs mit dem vulgären Begriff der mit allen Complicationen ausgestatteten *Tabes* wenig zu thun hat und von der es nicht feststeht, ob diese jedesmal das Ende derselben sein muss, oder ob nicht vielmehr ein vollständiges Beschränktbleiben möglich und wahrscheinlich ist, zur geduldigen Anwendung der Elektricität neben der allgemeinen hydriatrischen Behandlung.

2. Spinale Kinderlähmung.

Das dunkle und früher so vernachlässigte Gebiet der sogenannten „essentiellen“, „idiopathischen“ oder partiellen Kinderlähmungen ist in neuerer Zeit wesentlich erhellt worden, seitdem man die Krankheit als eine spinale Lähmung erkannt hat.

Underwood hat dieser Krankheit 1784 zuerst als Dentitionslähmung Erwähnung gethan, die nächst eingehende Arbeit stammt von Kennedy 1845 und 1850, der die Krankheit in temporäre, permanente und nach Fiebern auftretende eintheilt. Von bleibendem Werthe sind aber erst die Arbeiten von Heine (Beobachtungen über Lähmungszustände der untern Extremitäten und deren Behandlung 1840, und über spinale Kinderlähmung 1860). Weiter folgen die Arbeiten von Rilliet und Barthez 1853, denen sich gleichwerthig die von Duchenne 1855 anschliessen. Hieran reihen sich die Beobachtungen auf dem Gebiete der pathologischen Anatomie des Rückenmarks (Cornil 1863 und Lockhard Clark 1867, Prevost und Vulpian 1866, von Charcot 1870, von Recklinghausen und Roth 1873 und Leyden 1875).

Die Krankheit tritt meist in der Zeit vom 1.—3. Lebensjahre auf, doch auch in noch späterer Zeit ist sie nicht ganz selten und ist ihr

Beginn sogar noch im 11. Lebensjahre beobachtet worden. Ursache zur Krankheit wird wohl meist in einer Erkältung zu suchen sein, wie dies ja auch bei der acuten Spinalparalyse Erwachsener, die ein verwandtes Bild bietet, der Fall ist. Traumatische Einflüsse sind von SHAW und KENNEDY angegeben worden und haben diese in dem Wickeln der Kinder eine Ursache finden wollen.

Meist geht der Krankheit ein fieberhafter Zustand voraus, der von kürzerer oder längerer Dauer sein kann, und deswegen selten von den Aerzten beobachtet, ja sehr oft wohl auch von den Angehörigen übersehen wird. Oft gehen die Kinder gesund zu Bett und erwachen früh mit einer Lähmung einer oder mehrerer Extremitäten, oft aber wird auch solch eine anfangs für Schwäche gehaltene Lähmung erst nach längerem Bestehen zufällig beim Baden bemerkt. Selten gehen der Lähmung eclamptische Anfälle voraus oder schmerzhafte Symptome, die eine Gelenkentzündung vortäuschen können.

Vom Eintritt der Lähmung hat die Krankheit zwei Perioden, die zuerst HEINE genauer unterschieden hat, die Lähmung und die Atrophie. Die Lähmung, die meist apoplektiform auftritt, kann sogleich vollständig sein, oder aber in Zeit von 2—3 Tagen ihren Höhegrad erreichen, um dann allmählich wieder zu verschwinden und in einigen Muskeln permanent zu bleiben, oder aber, wenn mehrere Extremitäten befallen waren, nur die eine oder andere dauernd zu belasten. Daher wird die Ausbreitung eine äusserst manchfaltige. Die Restitution einiger Muskeln hebt VOLKMANN als ein besonderes Charakteristicum der spinalen Kinderlähmungen hervor. Der Kopf bleibt stets frei, ebenso die Sphincteren, während die Muskeln des Rumpfes nicht ausgeschlossen sind.

Die Sensibilität der gelähmten Glieder ist in der Regel unverändert und sind Fälle von erhöhter Sensibilität oder von Anästhesie als Ausnahme anzusehen.

Die Reflexerregbarkeit ist vollkommen aufgehoben, ebenso die automatische Bewegung. Die gelähmten Glieder sind immer kalt anzufühlen, oft cyanotisch und mit kaltem Schweiss bedeckt, die Muskeln fühlen sich welk an und besonders bieten die Gelenke eine grosse Schlaffheit dar, so dass die Glieder in Folge der Schwere lose herabhängen. In späteren Stadien können verschiedene dieser Symptome wieder geschwunden sein, selten aber wird sich die Schlaffheit der Gelenkbänder und die herabgesetzte Temperatur verlieren.

Das elektrische Verhalten der gelähmten Theile ist bei dieser Krankheit von grosser Wichtigkeit. Die Reaction auf den faradi-

schen Strom ist meist aufgehoben oder herabgesetzt nach wenigen Tagen des Eintritts der Lähmung. DUCHENNE meint, dass alle Muskeln, in denen die faradische Erregbarkeit erhalten bleibt, oder nur herabgesetzt ist, ihre Motilität bald wieder bekommen. Die Reaction auf den constanten Strom ist meist längere Zeit noch erhalten, aber auch im Vergleich zu den gesunden Muskeln herabgesetzt und es ist bei veralteten Fällen die Entartungsreaction mehr oder weniger deutlich. Mit der Abnahme der elektromusculären Contractilität beginnt und schreitet die zweite Periode der Krankheit vor, die Atrophie der Muskeln und die dadurch bedingte Deformität. LEYDEN führt noch als charakteristisch an, dass sich im weiteren Verlaufe starke Fettentwicklung hinzugesellt, so dass die atrophischen Extremitäten öfters den normalen Umfang und noch darüber darbieten. Auch CHARCOT thut dieser Fettanhäufung noch Erwähnung, meint aber, dass sie eine rein zufällige sei.

Die Muskeln verfetten und es bleiben oft nur Rudimente zurück; aber nicht allein die Muskeln bieten eine trophische Veränderung, sondern auch die Knochen bleiben in ihrem Wachsthum und ihrer Entwicklung zurück und sind es besonders die unteren Extremitäten und zumal die Unterschenkel, die diese Erscheinungen am Auffallendsten darbieten. Die Schlaffheit, die die Gelenkbänder erleiden, führen zu weiterer Deformität des Gliedes, zu Subluxationen, *Genu valgum*, Klumpfuss u. s. w. Diese Deformitäten werden aber nicht allein durch die Erschlaffung der Gelenkbänder herbeigeführt, sondern auch durch bisweilen auftretende Contracturen, die theils durch die, die gelähmten atrophischen Muskeln überwiegenden Antagonisten entstehen, theils dadurch, dass in den nicht vollkommen gelähmten und atrophirenden Muskeln eine schrumpfende Degeneration zu einer Verkürzung der Muskeln führt. Die letzte Form wird am häufigsten an Fingern und Zehen beobachtet.

Die Diagnose der Krankheit im vorgeschrittenen Stadium ist bei Berücksichtigung der anamnestischen Momente und des Verlaufes nicht schwierig.

HEINE hatte zuerst auf eine spinale Ursache der Krankheit hingewiesen. Er nahm in den von ihm beobachteten Fällen Exsudation in dem Wirbelcanal und dadurch Compression des Rückenmarks an.

CORNIL wies zuerst 1863 eine auffallende Erkrankung des Rückenmarkes nach und wurde insbesondere das Verschwinden der Ganglienzellen später von DUCHENNE und LABORDE bestätigt und von PREVOST, VULPIAN und LOCKHARD CLARK mit Bestimmtheit beschrieben. CHARCOT und JOFFROY fanden bei mehreren Sectionen Abnahme

der Dicke der Vorderhörner, in welchen einzelne Gruppen von Ganglienzellen total geschwunden waren.

ROGER und DAMASCHINO fanden in drei Fällen sclerotische Heerde, die die grauen Vorderhörner in der Lenden- und Halsanschwellung einnahmen und zum Untergange der Ganglienzellen geführt hatten.

ROTH fand 10 Monate nach dem Auftreten der Lähmung im Lendentheile des Rückenmarkes die vorderen grauen Hörner einnehmend, jederseits einen myelitischen Heerd, an welchem nur noch vereinzelte kleine Ganglienzellen und ebenso vereinzelte markhaltige Nervenfasern zu entdecken waren. LEYDEN fand in vier Fällen kleine sclerotische Heerde in den grauen Vorderhörnern der Hals- und Lendenanschwellung mit Atrophie der Ganglienzellen. In zwei andern Fällen war die Alteration mehr diffus, auf die graue Substanz sich erstreckend mit Atrophie der grossen Ganglienzellen.

Jedenfalls ist in allen Sectionsberichten eine Alteration der grauen Substanz und Atrophie der grossen Ganglienzellen constatirt. Eine *Neuritis ascendens*, also secundäre Affection des Rückenmarks, wie sie FRIEDREICH bei der progressiven Muskelatrophie annimmt, ist wohl wegen des acuten Auftretens der spinalen Kinderlähmung nicht wahrscheinlich. Aber Rückschlüsse auf die Natur der progressiven Muskelatrophie von der der spinalen Kinderlähmung, ebenso auf die Natur der Lähmung und Atrophie nach Diphtheritis und andern Krankheiten sind erlaubt.

In der Frage, wie der Process im Rückenmark vor sich geht, haben sich die meisten Autoren der Ansicht von CHARCOT angeschlossen, welcher nach dem Gesammtbild der Erscheinungen die Hypothese für sehr glaubhaft hält, „dass bei der spinalen Kinderlähmung ein subacuter Entzündungsprocess mit einem Male eine grosse Zahl von Nervenzellen befällt und sie plötzlich ihrer motorischen Function beraubt. Einige leicht erkrankte Zellen werden späterhin ihre Leistungsfähigkeit wieder gewinnen und diese Phase entspricht der Besserung der Erscheinungen, welche sich immer in einer gewissen Periode dieser Krankheit einstellt; aber andere sind schwer ergriffen und die Irritation, deren Sitz sie waren, hat sich auf dem Wege der Nerven bis in die gelähmten Muskeln fortgepflanzt, welche demzufolge mehr oder weniger tiefgehende trophische Störungen erlitten haben. Die progressive Muskelatrophie zeigt diese irritative Atrophie der motorischen Zellen in ihrer chronischen Form.“

Ob die Rückenmarksaffection bei der spinalen Kinderlähmung überhaupt constant und primär ist, und ob sie nothwendig eine primäre Affection der grauen Substanz ist, bleibt aber immerhin unentschieden.

Die Prognose für die spinale Kinderlähmung ist nur eine relativ gute zu nennen, insofern als sie nicht zum Tode führt und durch therapeutische Eingriffe gebessert werden kann. Eine vollständige Heilung wird selten erzielt werden, ausser in ganz leichten Fällen, wo die Restitution der gelähmten Glieder in kurzer Zeit, nach Wochen von selbst anfängt vorzugehen.

Die Krankheit wird selten zeitig genug der allein wirksamen elektrischen und orthopädischen Behandlung unterworfen und schon dieser Umstand verschlechtert die Prognose. Weit mehr aber noch scheitern günstige Erfolge an der geringen Ausdauer, die die Angehörigen solcher unglücklichen Kinder haben in der Behandlung, denn sie erfordert eine Jahre lange Zeit und die eintretende Besserung ändert sich so langsam, dass der Unterschied nach Monaten wenig ersichtlich erscheint. Die ersten Anfänge, so lange etwa Fiebererscheinungen vorhanden sind oder Schmerzen, werden antiphlogistisch behandelt werden müssen; erst wenn die Lähmung einen Stillstand erreicht hat, wenn sie mehr oder weniger complet ist und Atrophie einzutreten beginnt, ist der Zeitpunkt gekommen, zur elektrischen Behandlung seine Zuflucht zu nehmen. Zwar gehen die Meinungen über den Werth der Elektrotherapie auch heute noch sehr auseinander, doch wohl nur deshalb, weil man nicht genau unterscheidet, was sie überhaupt leisten kann.

Duchenne vor Allem hat die Elektrotherapie auch in der vorliegenden Krankheit ausgiebig angewendet und günstige Resultate damit erzielt. Alle Kinderparalysen, sagt er, die mir zugingen und bei welchen die elektromusculäre Contractilität nur vermindert war, sind ziemlich rasch und ohne Atrophie und Deformität der Glieder hergestellt worden, wenn die localisirte Faradisation schon wenige Monate nach ihrer Entstehung zur Anwendung kam. Kinderlähmungen derselben Art, die später zur Behandlung kamen und gleiches elektrisches Verhalten zeigten, wurden auch geheilt, aber es blieb eine Deformität des Fusses zurück, da die Muskeln sehr geschwächt waren. Duchenne räth daher, schon in den ersten Stadien die elektrische Behandlung einzuleiten. Eine Schwierigkeit findet er in der Application des inducirten Stromes dadurch, dass die Kinder ihn des Schmerzes wegen schwer ertragen. Er empfiehlt deshalb schwache Ströme von fünf Minuten Dauer mit Unterbrechungen. Remak hat der localen Anwendung des constanten Stromes den Vorzug gegeben, da durch dessen Oeffnungs- und Schliessungszuckungen der Muskel nicht überangestrengt werde. Zugleich soll dadurch dem Kinde der Schmerz erspart werden. Benedikt

empfiehlt wechselnd die locale Galvanisation und Faradisation der gelähmten und atrophischen Muskeln. Erwägt man den Sitz der Krankheit, so erscheint es fast überraschend, dass die centrale Behandlung an der Wirbelsäule nicht besonders empfohlen ist. Dr. Mossdorf behandelt seit längerer Zeit die Lähmungen nach acuten Krankheiten, selbst wenn sie sich nur auf den Gaumen, wie nach Diphtheritis, erstrecken, mit constanten absteigenden Strömen an der Wirbelsäule und hat dadurch wenigstens ebenso gute Resultate erzielt, als wenn er wie früher die locale Faradisation oder Galvanisation vornahm. Schon nach 2 und 3 Sitzungen wurde eine Besserung in den Schlingbeschwerden auf diese Weise erzielt, nachdem dieselben schon 1—2 Monate bestanden hatten. Da die Alteration des Rückenmarks bei Kinderlähmungen und Lähmungen nach acuten Krankheiten eine sehr verwandte ist, so scheint die Application des Stromes an der Wirbelsäule bei der spinalen Kinderlähmung sehr empfehlenswerth[1]). Für gleich unerlässlich allerdings wird auch die locale Faradisation und Galvanisation der gelähmten und atrophischen Muskeln bleiben.

Die gelähmten Muskeln, deren elektrische Contractilität und Sensibilität beim Beginn der Krankheit unversehrt ist, erlangen schnell ihre willkürliche Contractilität wieder, ohne bedeutend in ihrer Ernährung zu leiden; oft aber bleiben sie lange Zeit geschwächt und mager und man darf die Faradisation nicht vernachlässigen, auch wenn sie ihre Motilität wiedererlangt haben. Eine kurze Reizung mit mässigem Strom genügt, um bald ihre Kraft wieder zu entwickeln und ihre Ernährung zu bethätigen.

Die Muskeln, welche nach einem Jahr noch vollständig ihrer elektrischen Contractilität und Sensibilität beraubt sind, sind gewöhnlich fettig entartet und es ist dann von einer elektrischen Reizung nicht mehr viel zu erwarten. Oft aber ist die Entartung unregelmässig, so dass noch einzelne Fasern gesund sind. In diesem Fall nun kann die noch gesunde Faser gleichsam den Kern abgeben für neue Muskelfasern, die sich durch die elektrische Reizung entwickeln. In einem fettig entarteten Muskel können noch viele gesunde Fasern bestehen, die man bei der elektrischen Untersuchung findet und in diesem Fall kann man noch auf die Entwickelung mehrerer Muskelfasern um den gesunden Kern herum und somit auf Heilung oder wesentliche Besserung durch die Faradisation hoffen. Der Duchenne'sche

---

1) Vergl. Dr. Mossdorf: Ueber spinale Kinderlähmungen. Jahresberichte der Ges. f. Nat. u. Heilk. zu Dresden 1877.

Ausspruch: „der elektrische Strom erzeugt die Muskelfaser neu“ hat sich oft genug bewährt. Als Beispiel diene folgender Fall.

Louise S., 8 J., von guter Constitution, bekam im Alter von 1 Jahr plötzlich ohne bekannte Ursache eine vollständige Lähmung des linken Armes, welche die Eltern nur ganz zufällig bemerkten, weil das Kind den Arm nicht bewegte. 5 Tage später stellte sich eine leichte Beugung der Finger ein, die zunahm und in einem Monat vollständig war. Nach einem Jahre kehrte die Streckung der Finger wieder zurück; später die Bewegungen des Daumens und des Handgelenks und nach zwei Jahren zeigte sich endlich die Beugung des Vorderarmes. Alle diese Bewegungen waren sehr schwach. Die Abmagerung des gelähmten Gliedes begann im ersten Monat der Lähmung und ging rasch vorwärts. Es fand sich folgender Zustand des linken Armes:

An der Schulter fehlte der *Deltoideus*, die Haut schien unmittelbar auf dem Kopf des Humerus und dem Akromion zu liegen. Das Akromion trat stark hervor und unter ihm war ein halbkreisförmiger Eindruck, woraus man sieht, dass der Kopf des Humerus nicht an der *Cavitas glenoidalis* steht. (In Fig. 69. sieht man die beschriebene Deformität.) Der Kopf des Humerus, der unter der Haut ganz deutlich sichtbar ist, und gewöhnlich am untern Theil des Randes der *Cavitas glenoid.* anliegt, konnte leicht vollständig nach vorn und hinten luxirt werden. Bei der elektromusculären Untersuchung fanden sich nur einige der innersten Muskelfasern des hinteren Bündels des *Deltoideus*. Die *Pectorales* und der *Latissimus dorsi* waren fast verschwunden.



Fig. 69.

Der Arm war um ein Drittel kürzer als der der andern Seite. Das Unterhautzellgewebe sehr reichlich. Wenn man die Haut zwischen die Finger fasste, so fühlte man die Muskeln um den Humerus nicht. Am untern Theil des *Biceps* erhielt ich eine schwache elektrische Contraction; der *Triceps* schien vollständig verschwunden. Am Vorderarm fand ich weder den *Supinator longus*, noch den *Extensor carpi radialis*. An der Hand war der Daumenballen sehr atrophirt und ich konnte nur den *Abductor brevis pollicis* zur Contraction bringen.

Die kleine Kranke konnte den Arm etwas nach hinten bewegen und man fühlte dabei die wenigen Fasern des hintern Bündels des *Deltoideus* sich contrahiren. Alle andern Bewegungen des Oberarmes und Vorderarmes waren verloren. Die Beugung des Vorderarmes geschah nur mit grosser Anstrengung und die Streckung erfolgte nur durch die Schwere des Gliedes. Das Handgelenk stand gewöhnlich in Adduction; wollte man es abduciren, so bemerkte man einen unüberwindlichen Widerstand, der von den Bändern des Handgelenks herzurühren

schien. Man sieht, dass die von dem untern Ende des *Radius* und der *Ulna* gebildete Gelenkfläche schief von aussen nach innen und von oben nach unten steht. Die Unmöglichkeit, die Hand zu abduciren, verursacht viel Störungen bei den Bewegungen der Hand. Der Daumen kann nicht opponirt werden, und sein Mittelhandknochen steht in gleicher Ebene mit den andern Mittelhandknochen, wie bei der Affenhand. Die Knochen der Schulter, des Armes und der Hand sind kleiner, als auf der andern Seite und das ganze Glied war kälter und mehr blau, als auf der gesunden Seite.

In diesem Zustande fing ich nach siebenjährigem Bestehen der Krankheit die Behandlung an. Die atrophirten Muskeln wurden dreimal wöchentlich mit einem verhältnissmässig sehr starken und schnellschlägigen Strom einzeln faradisirt und gymnastische Uebungen damit verbunden. Die Behandlung wurde nur mit Ausnahme einiger Wochen 3 Jahre lang fortgesetzt und so eine allmähliche, jedoch sehr langsame Besserung erzielt. Die wenigen Fasern des hinteren Bündels des *Deltoideus*, die sich elektrisch contrahirt hatten, wurden zu grössern Muskelbündeln, um die sich immer mehr neue Fasern entwickelten.

Mit der Muskelernährung kamen zugleich die Bewegungen wieder. Die Hauptfunctionen des *Deltoideus* sind nicht wieder hergestellt worden, denn der Arm kann nur nach hinten und aussen gehoben werden, doch ist die Beugung des Vorderarmes ziemlich kräftig. Die forcirte Adduction der Hand ist verschwunden und der Daumen kann schon allen Fingern etwas opponirt werden, wenn auch noch sehr schwach. Die allgemeine Ernährung des Gliedes ist gebessert, die Temperatur erhöht, die Haut von gesunder Farbe und das Unterhautzellgewebe weniger dick, dafür aber die Muskeln entwickelter.

Dieses schöne Resultat, welches durch beharrliche Behandlung erzielt wurde, zeigt, dass selbst da, wo die Abwesenheit der elektromusculären Contractilität fürchten lässt, dass das Muskelgewebe vollkommen fettig entartet sei, man noch auf das Vorhandensein einiger gesunden, verborgenen Muskelfasern rechnen könne, um die sich andere herumlagern, so dass auf diese Weise Muskelbündel und ganze Muskeln entstehen. Freilich gehört zu einer so langen Behandlung viel Geduld und Ausdauer, die weder der Arzt, noch die Eltern verlieren dürfen, welche letztere leider nur zu oft vor der langen Behandlung und deren Kosten zurückschrecken.

3. *Paralysis glosso-pharyngo-labialis.* Progressive Bulbärkernparalyse.

Der schon von Trousseau und Dumenil beobachtete Symptomencomplex der fortschreitenden Sprache- und Schlinglähmung wurde zuerst von Duchenne (1860) als ein typisches Krankheitsbild und als eine besondere Lähmungsform klinisch dargestellt. Als Ausgang derselben hat man nach dem Vorgange von Wachsmuth durch anatomische Untersuchungen eine Affection der motorischen grauen Bezirke des *Bulbus medullae* (der in der Rautengrube eingebetteten Nerven-

kerne) festgestellt und die Krankheit als „progressive Bulbärparalyse" bezeichnet. KUSSMAUL[1]) hat die nahen Beziehungen der Krankheit zur progressiven Muskelatrophie eingehend erörtert und sich dahin ausgesprochen, dass beide Krankheitsbilder darin übereinstimmen, „dass sie einestheils die Tendenz haben, allmählich über die vorderen grauen Marksäulen des Rückenmarks und die ihnen entsprechenden Nervenkerne der *Medulla oblongata* sich zu verbreiten, anderntheils die hier eingebetteten Ganglienzellen in zerstreuter Weise einzeln oder in Gruppen zum Schwunde zu bringen." Je nachdem nun ein solcher Process eine höher oder tiefer gelegene Stelle des Markes zuerst befällt, werden die Krankheitsbilder verschieden sein, ohne ihren typischen Charakter zu verlieren. Complicationen mit verschiedenen Neurosen, Tabes, Contracturen, Paraplegieen, progressiver Lähmung anderer Gehirnnerven u. s. w. werden bedingt durch Ausbreitung des Krankheitsprocesses in andere Gebiete des Rückenmarks, der *Medulla oblongata* oder einzelner höher gelegener Hirntheile.

Die Krankheit beginnt in der Regel ganz allmählich (meist ohne Vorboten) mit leichten Störungen der Articulation, zu denen sich bald Schlingbeschwerden gesellen. Dabei ist das Allgemeinbefinden der Kranken nur wenig gestört und werden dieselben nur beim Sprechen und Essen leicht müde. Bald findet sich aber auch ein lästiges Speicheln ein, es nehmen die Sprachstörungen und die Schlingbeschwerden zu; bei dem mangelnden Lippenverschluss läuft der Mundspeichel über Lippen und Kinn, die Speisen und Getränke fallen aus dem Munde, wenn sie nicht von dem Kranken mit den Händen weit hintergeschoben werden, und so kommt es im späteren Verlauf der Krankheit in Folge der ungenügenden Ernährung zu allgemeinem Marasmus, bis nach Monaten oder Jahren die unglücklichen Kranken durch intercurrente Bronchiten u. s. w. von ihren Qualen erlöst werden.

Die befallenen Muskeln der Zunge, der Lippen und des Gaumens sind nicht immer bedeutend atrophirt und behalten auch gewöhnlich ihre faradische und galvanische Erregbarkeit; nur in einzelnen Fällen scheint die elektrische Reizbarkeit ganz zu erlöschen.

Die elektrische, centrale und peripherische Behandlung, nach den allgemeinen Grundsätzen angewandt, hat nach den bisherigen Erfahrungen nur vorübergehende Besserungen zur Folge gehabt. Jedenfalls aber verdient die Elektrotheraphie bei allen Fällen

[1]) Sammlung klinischer Vorträge No. 54.

von Bulbärparalyse im Initialstadium angewendet zu werden und hat besonders die directe Faradisation der Zunge, der Schlund und Lippenmuskeln bei zwei von mir behandelten Fällen den Kranken längere Zeit entschiedene Erleichterung ihrer Beschwerden verschafft.

5. Progressive Muskelatrophie.

Mit dem Namen „progressive Muskelatrophie" bezeichnen wir eine allmählich entstehende, langsam fortschreitende und mit entsprechender Functionsstörung verbundene Atrophie und Degeneration einer grössern oder geringern Anzahl willkürlicher Muskeln. Auf die noch immer brennende Streitfrage näher einzugehen, ob diese Krankheit ein primäres Muskelleiden, eine Myopathie sei, oder ob sie secundärer Natur sei und ihren Ursprung habe in einer primären Erkrankung der in den grauen Vorderhörnern gelegenen Ganglienzellen, ist nicht unsere Aufgabe. Nur das möge angeführt sein, dass Duchenne, der in frühern Jahren entschieden für die myopathische Theorie eintrat, in späterer Zeit der von Gombault aufgestellten neuropathischen Natur der Krankheit zuneigte[1]). Für den Praktiker hat die von Friedreich[2]) aufgestellte Theorie viel für sich. Hiernach ist die als primäre chronische Myositis beginnende progressive Muskelatrophie im Stande, secundäre Störungen im Nervensystem hervorzurufen, bestehend in einer auf die intramusculären Nerven übergreifenden und längs der Nervenbahnen bis in die Nervenwurzeln aufsteigenden chronischen Neuritis. Diese vermag im Rückenmark selbst chronische myelitische Processe zu erzeugen, jedoch kann dieselbe auch an jeder Stelle ihres Verlaufes zum Stillstand kommen und es ist die Ausbreitung der Nervenerkrankung von dem Grade der Myositis abhängig.

Die mit der progressiven Muskelatrophie gewiss sehr nahe verwandte Pseudohypertrophie der Muskeln, die zuerst Duchenne (1861) als besondere Krankheitsform aufstellte, ist nach Friedreich's sehr wahrscheinlicher Ansicht „eine durch gesteigerte Intensität der Krankheitsanlage und durch gewisse Besonderheiten des kindlichen Alters modificirte Form der progressiven Muskelatrophie."

Ueber die Aetiologie der progressiven Muskelatrophie herrschen verschiedene Ansichten. Zunächst scheint eine Diathese angenommen

---

1) Duchenne de l'électrisation localisée 3. Aufl. 1872. S. 488 u. 535.

2) Ueber progressive Muskelatrophie. 1873.

werden zu müssen, durch welche die Entwicklung der Krankheit bei einwirkenden Gelegenheitsursachen begünstigt wird. So kann die Krankheit entstehen bei hereditärer Anlage spontan, aber auch ohne diese nach Ausschweifungen und kümmerlichem Leben, nach dyskrasischen Schädlichkeiten, nach Rheumatismen, Traumen und vor allem nach übermässiger, anhaltender Anstrengung einzelner Muskeln.

Die Krankheit beginnt mit zunehmender Schwäche einzelner Muskeln der Hand, des Armes, der Schulter und verbreitet sich, wenn sie allgemein wird, oft sprungweise auf die verschiedensten Körpertheile.

Nicht selten beschränkt sich aber auch die Atrophie auf einzelne Körperregionen und erscheinen die grossen Gelenke der Extremitäten als Grenzmarken derselben. Die Verbreitung der Atrophie folgt keinen bestimmten Nervenbahnen und es erkranken oft genug Muskeln und Muskelgruppen, die von ganz verschiedenen Nervenstämmen versorgt werden, wie andererseits auch nicht immer sämmtliche Muskeln erkranken, welche von demselben Nerven innervirt werden.

Die Anfänge der progressiven Atrophie zeigen sich zuerst in einer Schwäche und leichten Ermüdung, überhaupt mehr in einer Functionsverminderung der Muskeln als in einer Abnahme des äusseren Volumens. Der Umfang der Muskeln erscheint bei stark entwickeltem Unterhautzellgewebe und der die Atrophie compensirenden interstitiellen Lipomatose nicht selten noch ganz normal, während schon beträchtliche Grade der Functionsverminderung vorhanden sein können. In späteren Stadien hält diese jedoch gleichen Schritt mit der zunehmenden, auch sichtbaren Atrophie.

Die von vielen Autoren als sehr wichtiges pathognomonisches Zeichen betrachteten fibrillären Muskelcontractionen, die natürlich nur an oberflächlich gelegenen Muskeln wahrgenommen werden können und die den Weg anzeigen sollen, den die fortschreitende Krankheit nimmt, sind zwar in der Regel, jedoch nicht immer vorhanden; mitunter habe ich als erstes Symptom des krankhaften Reizzustandes des Muskelgewebes auch ziemlich heftige Schmerzen beobachtet, die, ehe die Krankheit zu diagnosticiren war, für Rheumatismus gehalten wurden.

Das Verhalten der Muskeln gegen den elektrischen Strom kann für die Diagnose und Prognose von Wichtigkeit sein und besonders wird die elektrische Untersuchung über den Grad des Fortgeschrittenseins der Krankheit Aufklärung geben können.

Bei faradischer Prüfung zeigt sich die elektromusculäre Contractilität unversehrt, die elektrische Sensibilität dagegen

mit der zunehmenden Atrophie etwas verringert, wie dies zuerst von DUCHENNE angegeben worden ist. Ebenso reagiren die Muskeln auf galvanische Ströme bei directer und indirecter Reizung in normaler Weise. In dem Maasse aber, wie die contractilen Fasern des Muskelgewebes schwinden, zeigt sich auch ein Abnehmen der elektrischen Erregbarkeit, und man kann besonders aus der faradischen Contractilität den Grad der Degeneration der Muskeln bestimmen. Immer werden die Muskeln im Verhältniss zur Atrophie reagiren und können auch die letzten Fasern eines Bündels noch durch die faradische Reizung nachgewiesen werden.

Die gesteigerte Fettgewebshyperplasie kann unter Umständen dem Eindringen des Stromes in die Muskelmasse einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzen. In diesem Falle wird die indirecte Reizung kräftiger wirken als die directe. Ein umgekehrtes Verhalten, sowie die mehr oder weniger ausgesprochene Entartungsreaction lässt eine secundäre Erkrankung der Nervenstämme voraussetzen. M. ROSENTHAL hat in Bezug hierauf die interessante Thatsache beobachtet, dass die elektrische Erregbarkeit in den mehr centralen Theilen eines Nervenstammes normal, in den mehr peripherischen Theilen dagegen verringert oder aufgehoben sein kann.

Erhöhte Reflexerregbarkeit ist eine bei der progressiven Muskelatrophie nicht seltene Erscheinung und auf derselben beruhen auch die zuerst von REMAK und später von FIEBER u. a. beobachteten „diplegischen Zuckungen", welche dadurch entstehen sollen, dass zwei bestimmte, von den zu erregenden Muskeln weit entfernte Punkte gereizt werden.

Die Prognose ist bei der auf einzelne Glieder beschränkten localisirten Muskelatrophie natürlich bei weitem günstiger zu stellen, als bei der allgemeinen, bei der man die Benennung fortschreitende Muskelatrophie im vollen Sinne des Wortes annehmen muss. Wenn man das Bild solcher unglücklicher Kranken vor Augen hat, bei denen ein Muskel nach dem andern schwindet, so dass zuletzt durch Fehlen der Respirationsmuskeln Tod durch Erstickung eintritt, so möchte man allerdings an der Therapie verzweifeln. Allein zahlreiche Untersuchungen und Versuche haben gezeigt, dass man nicht immer die ungünstigste Prognose zu stellen hat und dass die Krankheit, wenn sie noch nicht allgemein geworden, in ihrem Gange aufgehalten werden kann, dass man sogar in den bereits atrophischen Muskeln, wenn sie noch nicht wesentlich in ihrer Textur verändert sind, die Ernährung wieder hervorrufen kann.

Aus den angestellten Beobachtungen geht hervor, dass die der eigentlichen Entartung vorhergehende Periode der Atrophie, welche durch das Erscheinen von Fibrillencontractionen charakterisirt ist, eine sehr lange Dauer hat. So lange nun die Muskeln ihre Fibrillencontractionen und ihre elektrische Contractilität noch erhalten haben (also während der Periode der Atrophie), kann man hoffen, durch Anwendung der Elektricität eine vollkommene Zerstörung zu verhindern und mehr oder weniger die Ernährung wieder anzuregen. Die Heilung der Atrophie geht in manchen Fällen sogar trotz ungünstiger Witterungsverhältnisse und ermüdender Arbeiten vor sich.

Freilich darf man nicht darauf rechnen, dass angestrengte Arbeit immer günstig auf die Muskelernährung wirken werde. Im Gegentheil hat, wie bereits erwähnt, übergrosse Anstrengung eines Muskels, wie sie bei manchen Handwerkern vorkommt (forcirtes Festhalten eines Instruments u. s. w.), Atrophie zur Folge, die dann auf andere Muskeln weiter fortschreitet. Rückfälle sind darum nicht selten, da die armen Arbeiter, sobald sie nach der Behandlung einige Kraft fühlen, ihre ermüdende Arbeit wieder aufnehmen und den kaum geheilten Muskel neuen Ueberanstrengungen aussetzen.

Es würde wichtig sein, zu wissen, unter welchen Umständen die fortschreitende Muskelatrophie einen traurigen Ausgang nimmt. Leider kann man dies nicht bestimmt aussprechen, es scheint jedoch, als sei die aus erblicher oder unbekannter Ursache entstandene Krankheit schwerer heilbar, als die durch eine Gelegenheitsursache (anhaltende forcirte Contraction eines Muskels) entstandene. Leider wird der Beginn der Krankheit gewöhnlich nicht bemerkt und die Anwendung der Faradisation erst in einer zu weit vorgeschrittenen Periode der Krankheit verlangt, wo sie freilich weniger Erfolg haben kann, als im Anfang.

Es würde Zeitverschwendung sein, die einmal entarteten, ihrer elektrischen Contractilität beraubten Muskeln zu faradisiren. Unter den Muskeln aber, die noch einige contractile Fasern erhalten haben und die man durch deren Reizung noch vom Untergang retten kann, muss man eine passende Wahl treffen. Es giebt Muskeln, die nur einen secundären Nutzen haben, während andere bei den Bewegungen unentbehrlich sind und diese letztern muss man besonders elektrisch reizen, also z. B. die Muskeln, welche die Kranken bei der Ausübung ihrer Beschäftigung am nöthigsten brauchen.

Um diese ersten Erscheinungen verschwinden zu machen und somit den Gang der Krankheit aufzuhalten, bedarf es keiner langen Behandlung. Ist aber die Krankheit einmal ausgebildet, so sind, mit wenigen Ausnahmen, Monate und Jahre nöthig, ehe man zum Ziele kommt und darum ist in den Spitälern eine solche Heilung nicht zu vollenden.

Die Behandlung der fortschreitenden Muskelatrophie fordert volle Hingabe des Arztes und der Kranken, die leider beide nicht selten die so mühevolle Faradisation, als nicht rasch genug zum Ziele führend, zu zeitig aufgeben. Es ist und bleibt aber die elektrische Behandlung die einzig rationelle und ihre rechtzeitige und consequente Anwendung ist Pflicht bei einem Leiden, dessen Folgen so tief in die socialen Verhältnisse eingreifen.

Bei der faradischen Behandlung müssen meistens kräftige, primäre, schnellschlägige Ströme angewendet werden. Nimmt die Sensibilität der Muskeln zu, so wird man dann den Strom allmählich schwächer und langsamer gehend anzuwenden haben.

Will man galvanische Ströme anwenden, so müssen diese labile sein. Eine abwechselnde Reizung durch galvanische und faradische Ströme wird am raschesten die Ernährung der Muskeln bessern. Jeder Muskel ist einzeln 1—2 Minuten zu reizen und sind die Sitzungen täglich oder 2—3 mal wöchentlich vorzunehmen.

Remak empfahl zuerst als wirksamste Behandlung die Galvanisation der *Sympathici* und es ist, wie auch Duchenne in den letzten Jahren seines Lebens annahm, nicht unwahrscheinlich, dass man durch Reizung der im *Sympathicus* verlaufenden vasomotorischen Nerven auf die circulatorischen Vorgänge einzuwirken und damit die gestörte Ernährung der Muskeln zu bessern vermag. Daraus und vielleicht durch Reizung trophischer Nerven innerhalb des Sympathicus erklären sich am besten die günstigen zweifellosen Resultate dieser centralen Behandlung.

1. Herr L., Theatercassirer, bemerkte seit einiger Zeit eine Schwäche in seiner linken Hand, die von Dr. V. vergeblich mit einem Heer von Spirituseinreibungen und Salben behandelt worden war. Herr L. wandte sich deshalb an mich und ich fand den ganzen linken Arm bedeutend atrophirt, besonders aber die Muskeln am Daumenballen fast vollständig geschwunden. Die Krankheit war ganz allmählich entstanden und als Ursache konnte ich nur das angestrengte Halten der Billete und Geldrollen in Stössen ansehen, wie solches der Kranke fortgesetzt zu thun hat. Der Kranke entsann sich, hierauf aufmerksam gemacht, nun auch leicht, dass ihm dieses Halten von Billetpaketen am ersten und am meisten schwerer geworden sei. Vielleicht mochte überdem Zugluft im Arbeitslocal die Ausbildung der Krankheit begünstigt haben. Elektromusculäre Contrac-

tilität und Sensibilität waren im Verhältniss zur vorhandenen Atrophie normal. Die Muskeln wurden nun mit schnellschlägigem starkem Strom dreimal wöchentlich faradisirt und schon nach der 6. Sitzung erlangten die Muskeln am Oberarm ihre normale Kraft wieder, nach der 12. Sitzung einzelne Muskeln des Vorderarmes, die auch rasch an Volumen zunahmen. Nach der 30. Sitzung war der Kranke geheilt bis auf die Atrophie der Muskeln des Daumenballens, die indess den Kranken nicht sehr störte.

2. A. F., ein junges 18jähriges Landmädchen, kräftig und von blühendem Aussehen, bemerkte seit 1 Jahre eine zunehmende Schwäche ihrer linken Hand, die allmählich auch bei leichten Arbeiten rasch ermüdete. Hand und Arm magerten bedeutend ab und so wendete sich die Kranke an mich, um meinen Rath über die „vertrocknete Hand" zu hören. Die Hand fand ich allerdings ziemlich abgemagert und ungeschickt zu Bewegungen, die Zwischenknochenräume vertieft, die Finger leicht gekrümmt, die Ballen am Daumen und kleinen Finger fast verschwunden. Die Muskeln des Vorderarmes und Oberarmes waren beträchtlich atrophirt, weniger die Muskeln der Schulter. Der Vorderarm konnte nur mit geringer Kraft gebeugt werden, besser gelang die Erhebung des ganzen Armes, obwohl der *M. deltoideus* und die übrigen Schultermuskeln ziemlich atrophirt waren. Bei der Faradisation der Muskeln zeigte sich die musculäre Contractilität dem Grade der Atrophie entsprechend normal, die musculäre Sensibilität dagegen verringert. Ueberraschend günstig wirkte die jeden Tag wiederholte Faradisation, denn schon nach 3 Sitzungen fühlte die Kranke ihren Arm kräftiger. Die Muskeln schwollen augenscheinlich mehr an, besonders die der Schulter und des Oberarmes, die Finger konnten allmählich ganz gestreckt werden und die Adductoren des Daumens gewannen an Fülle und Kraft. Nach 25 Sitzungen wurde die Behandlung einstweilen abgebrochen, da die Kranke nach Hause zurückkehren musste. Der Arm und besonders die Hand waren zwar noch abgemagert, doch vollkommen kräftig und geschickt zur Ausführung der von der Kranken zu verrichtenden häuslichen Arbeiten.

6. Hysterische Lähmungen.

Bei hysterischen Lähmungen ist die elektromusculäre Contractilität normal, die elektromusculäre und elektrocutane Sensibilität dagegen verringert oder vollständig verschwunden.

Dieser Befund bei der elektrischen Untersuchung kann in manchen Fällen diagnostisch werthvoll sein, so besonders zur Unterscheidung cerebraler und hysterischer Hemiplegie.

Die therapeutische Wirkung der elektrischen Behandlung hysterischer Affectionen ist oft überraschend und sind in dieser Beziehung wahre Wundercuren gar nicht selten. In vielen Fällen ist dieselbe aber auch wie andere Medicationen vollständig ohne Erfolg.

Die centrale Behandlung durch Galvanisation der Wirbelsäule und besonders die stabile Einwirkung des Stromes auf einzelne schmerzhafte Wirbel hat zweifellos günstige Resultate aufzuweisen. Im Allgemeinen ist aber ausserdem die elektrische Reizung der einzelnen erkrankten Organe vorzunehmen und die Behandlung noch einige Zeit nach der Wiederkehr der willkürlichen Bewegungen fortzusetzen, um die Heilung dauernd zu erhalten.

Als Beispiel der Behandlung einer ausgezeichneten hysterischen Lähmung mag folgender Fall dienen:

1. Marie Russel, 32 J. alt, von einer hysterischen Mutter geboren, litt seit Jahren an hysterischen Krampfzufällen, die aller 2—3 Monate wiederkehrten. Sie litt an bohrendem Kopfschmerz, Gefühl von anhaltendem Eingeschnürtsein der Kehle, Schmerz in der Oberbauchgegend und an den linken, falschen Rippen, an der Schambeingegend und an den unteren Rückenwirbeln; Schmerz beim Druck auf das Schulterblatt und in der Lumbargegend. Es bestand Anästhesie der Haut der linken Seite des Rückens, des Gesichts und der Extremitäten; ebenso links Unempfindlichkeit der Conjunctiva, der Schleimhaut der Nase und des Mundes, sowie Schwäche des Sehvermögens, Verlust des Geruchs und Geschmacks, des Gefühls im Handteller und der Fusssohle. Seit 6—7 Monaten Muskelschwäche im linken Arm und in den Füssen, so dass das Gehen fast unmöglich war und die Kranke die Füsse nur schleppte.

Nachdem verschiedene Mittel vergeblich angewandt worden waren, versuchte Duchenne den therapeutischen Einfluss der Faradisation. Schon nach einer einzigen Sitzung von fünf Minuten kehrte die Empfindlichkeit des Gesichts durch cutane Reizung mit der elektrischen Hand wieder zurück. Hiernach wurde die elektrocutane Reizung des Armes vorgenommen. Die metallische Bürste erregte anfangs beim stärksten Strom keine Empfindung auf der Haut. Bald aber zeigten sich in den gereizten Punkten Röthe und Hitze, leises Kitzeln, Stechen und endlich unerträgliches Brennen. An den gereizten Stellen war die Empfindlichkeit der Haut wiedergekommen und erschien nach der elektrocutanen Reizung gleichmässig an allen Stellen. In 10 Minuten wurde das Gefühl der Fingerspitzen durch Reizung mit feuchten Excitatoren wieder hergestellt, so dass die Kranke Nadeln und feine Gegenstände durch das Gefühl unterscheiden konnte. Nach 2 Tagen Rückkehr der Menstruation, die seit 3 Monaten verschwunden war. Alle einzelnen Muskeln des Körpers wurden mit dem stärksten Strom faradisirt und dennoch hatte die Kranke an den gefühllosen Stellen keine Empfindung. Erst bei längerer Einwirkung erschien die elektromusculäre Sensibilität und die Kranke konnte nun selbst einen schwachen Strom nicht mehr ertragen. Trotzdem blieb die Haut unempfindlich. Erregte man aber die Sensibilität der Haut an einer Stelle, so wurde der darunter liegende Muskel von selbst empfindlich.

Nach der elektrocutanen Reizung des linken Fusses zeigte sich rasche Wiederkehr der Sensibilität. Die Kranke fühlte den Boden, konnte jedoch nicht gehen, da sie wegen der Schwere in ihren Waden den Fuss nicht zu heben vermochte.

In der Nacht traten zwei neue hysterische Anfälle ein und mit Ausnahme des oben faradisirten Fusses waren alle Körpertheile wieder unempfindlich geworden. Doch genügte eine leichte elektrocutane Reizung, um die Sensibilität wieder zu erwecken. Seit dem Anfall heftige Schmerzen im Kopf und der Oberbauchgegend, die beide durch die elektrocutane Faradisation vollkommen verschwanden. (Um etwaige Täuschung zu vermeiden, hatte DUCHENNE vorher lange die Theile mit den Excitatoren berührt, ohne den Strom geschlossen zu haben und hatte den Kopfschmerz dadurch nicht vertrieben.)

Es wurde von Neuem die Faradisation aller einzelnen Muskeln des Körpers vorgenommen. Um die erzielte Heilung zu begründen, wurde jetzt die elektrocutane Reizung nur von Zeit zu Zeit ausgeführt. Nach 10 Tagen stellten sich abermals mehrere hysterische Anfälle ein, wonach jedoch die öfters faradisirten Stellen nicht wieder unempfindlich wurden. Nach 14 Tagen Sensibilität der Haut überall normal, ebenso die Muskelkraft in den Extremitäten. Die Menstruation ist spärlich ein zweites Mal erschienen. Der Uterusexcitator wirkte nur bei sehr starkem Strom und erregte dann einen dumpfen Schmerz im Hypogastrium und in den Nieren, der bei längerer Einwirkung zunahm und mehrtägige Uterinkoliken zur Folge hatte. Der Ausfluss blieb spärlich. Die sämmtlichen Schmerzen im Kopf, Bauch, den falschen Rippen u. s. w. sind verschwunden. Die hysterischen Anfälle jedoch dauerten fort, wenn auch schwächer und störten ihren übrigen Gesundheitszustand nicht, DUCHENNE sah die Kranke einige Monate später wieder und erfuhr, dass sich ihre Heilung erhalten hatte.

Ich habe diese Beobachtung ausführlich berichtet, weil sie ein Bild der hysterischen Lähmungserscheinungen giebt, wie solche sehr häufig vorkommen und gewöhnlich durch längere faradische Behandlung der einzelnen leidenden Theile geheilt werden können.

Mitunter genügt jedoch eine einzige elektrocutane Reizung, um hysterische Lähmungen zu heilen, selbst wenn sie lange Zeit andern Behandlungsarten nicht gewichen waren. Man muss bei solchen Fällen von Anfang an sehr starke schnellschlägige Ströme anwenden, so lange als sie irgendwie von den Kranken ertragen werden und somit die Anästhesie geheilt ist.

Auffallend ist häufig die hartnäckige Muskelanästhesie. Es folgt hier ein Beispiel.

2. Eine Kranke, Frau P., die schon lange Zeit hysterische Zufälle gehabt hatte, empfand plötzlich ohne bekannte Ursache heftige Schmerzen in der Schultergegend, die sich anfänglich nur als cutane Hyperästhesie, später als Unempfindlichkeit der Haut und Muskeln darlegten. Man konnte die Schulter stark schlagen, ohne dass die Kranke die geringste Empfindung davon hatte (mangelnde Muskelempfindung). Die willkürlichen Bewegungen wurden allmählich schwächer und die Kraft der Muskeln nahm ab. Es wurde jetzt ein sehr starker faradischer Strom angewandt: hierbei zeigten sich energische Contractionen der Schultermuskeln, ohne dass die Kranke die geringste Empfindung davon hatte. Wurden andere Muskeln faradisirt, so hatte die Kranke dabei ganz normale Empfindungen; nur an der rechten unteren Extremität war die

Haut an einigen Stellen vollkommen unempfindlich, ohne dass die Muskeln gelähmt waren, denn schon ein schwacher Strom brachte sie zu kräftiger Contraction und es zeigte sich die elektromusculäre Sensibilität ebenfalls normal.

Das Fehlen der Muskelempfindung bei der Faradisation hing in diesem Fall offenbar nicht von der cutanen Anästhesie ab, denn die Faradisation der gesunden Muskeln brachte die ganz normalen Empfindungen in ihnen hervor, obgleich die darüber liegende Haut vollkommen unempfindlich war.

Mitunter geht die Anästhesie so tief, dass selbst das Periosteum seine elektrische Sensibilität verliert. In der Regel gehen auch die willkürlichen Bewegungen verloren, doch können sie auch wiederkehren, ohne dass zugleich die Sensibilität wiedererscheint. Bei vielen Hysterischen ist die Empfindungslosigkeit auf der linken Seite grösser, wie überhaupt bei Hysterischen die Bewegungslähmungen, die cutane Hyperästhesie oder Anästhesie, die Lähmungen der Sinne, des Geruchs, Gehörs, Geschmacks fast immer links ihren Sitz haben. Meist genügt die elektrocutane Reizung, um die normale Muskelkraft wiederkehren zu sehen. Es scheint in manchen Fällen die elektrocutane Reizung besser zu wirken als die Muskelfaradisation, wahrscheinlich durch Reflexwirkung.

Auch die Muskelhyperästhesie ist eines der gewöhnlichsten Symptome der Hysterie, welches die Kranken sehr belästigt. Die Schmerzen haben ebenfalls gewöhnlich in der linken Seite des Rumpfes, bald in der Gegend der Wirbelsäule, bald in der Rippengegend, bald im Epigastrium ihren Sitz, sind anhaltend, nehmen aber bei Druck und Bewegungen noch zu. Bisweilen ist die über der schmerzhaften Stelle liegende Haut unempfindlich, so dass man diese kneipen und stechen kann, ohne dass es die Kranken fühlen; nur Druck, welcher die tiefer liegenden Muskeln trifft, macht Schmerz. In leichtern Fällen leisten hier auch Sinapismen, Blasenpflaster u. s. w. gute Dienste, bei hartnäckigen Fällen aber nützt nur eine so energische Reizung, wie sie durch die cutane Faradisation möglich ist.

Unter den hysterischen Lähmungen ist die paraplegische Form die, bei welcher die Faradisation die besten Erfolge zu haben scheint, auch nachdem alle andern Behandlungsarten versucht worden waren. Man betrachtet gewöhnlich die Elektricität nur als letzte Zuflucht und es würde die Zahl der Heilungen wahrscheinlich grösser sein, wenn die Faradisation unter denselben günstigen Verhältnissen, wie andere Medicationen angewendet würde.

Nicht selten habe ich die bei Hysterischen sehr hartnäckigen spastischen Contracturen der Adductoren des Oberschenkels durch die verschiedensten Methoden behandelt, jedoch ohne Erfolg. Günstig dagegen wirkte der faradische Strom immer bei den eigenthümlichen Wackellähmungen, die auf mangelnder Energie oder auf leichten klonischen Krämpfen der grossen Streckmuskeln des Oberkörpers in der Lendengegend beruhen.

Es giebt viele Fälle von hysterischen Paraplegieen, die einer Spinallähmung ganz ähnlich sind und die oft nur durch Hülfe der elektrischen Untersuchung von dieser unterschieden werden können. Der grösste Theil dieser hysterischen Paraplegieen wird durch die elektrische Behandlung geheilt, und zwar oft genug nach 3—4 Sitzungen. Es sind dies Fälle, die selbst bei Aerzten als Wundercuren gelten könnten, wenn sie nicht wüssten, dass auch ganz andere Mittel derartige Paraplegieen bisweilen zauberisch schnell zum Verschwinden bringen.

Die durch die elektrische Reizung erzeugte Empfindung, selbst wenn sie nicht schmerzhaft ist, erscheint den Personen, die nicht daran gewöhnt sind, so eigenthümlich, dass sie hysterische Anfälle hervorrufen kann, um so mehr, da die Einbildung immer Furcht vor derartigen Anwendungen erregt. Man muss daher bei Kranken, die nicht an Anästhesie leiden, mit sehr schwachen Strömen anfangen, um sie allmählich an stärkere zu gewöhnen. Die Verringerung der musculären Sensibilität erfordert die Anwendung rasch aufeinander folgender Schläge, welche auf die Sensibilität wirken und zugleich die Wiederkehr der Bewegungen hervorrufen. Es ist jedoch diese Art der Muskelfaradisation nicht immer bei Hysterischen anwendbar, denn viele Kranke können die stärksten und schmerzhaftesten Muskelreizungen ertragen, wenn nur die Unterbrechungen langsam aufeinander folgen, ein schnellschlägiger Strom erzeugt dagegen bei ihnen fast immer einen hysterischen Anfall.

Man muss im Allgemeinen die Reizung auf die einzelnen gelähmten Muskeln richten, ohne jedoch die Reizung der Nervenstämme zu vernachlässigen. Mitunter genügt die cutane Faradisation mit dem elektrischen Pinsel, um die hysterische Lähmung zu heilen, und dies ist besonders der Fall, wenn die cutane Sensibilität beträchtlich verringert ist. Erreicht man jedoch dadurch keine Besserung im Zustande der Lähmung, so ist die örtliche Muskelfaradisation anzuwenden und die schmerzhafte elektrocutane Reizung nur zur Wiederherstellung der Sensibilität der Haut zu gebrauchen.

7. Bleilähmungen.

Die nach chronischer Bleiintoxication auftretenden Lähmungen scheinen nach neueren Untersuchungen neuropathischer Natur und vielleicht sogar spinalen Ursprungs zu sein. In vieler Beziehung haben sie allerdings die grösste Aehnlichkeit mit der subacut auftretenden Spinallähmung Erwachsener.

Die Bleilähmung beginnt in der Regel im Gebiet des *N. radialis* am Vorderarm und verbreitet sich von hier aus auf die Hand, den Oberarm, die Schulter und in seltneren Fällen auch auf die untern Extremitäten. Die Lähmung ergreift gewöhnlich erst nur einen Arm bald aber auch den andern, schreitet sehr langsam vorwärts und wird nur selten allgemein.

Bei der Prüfung mit dem elektrischen Strom zeigt sich in den gelähmten Muskeln verminderte faradische und galvanische Erregbarkeit (verringerte elektro-musculäre Sensibilität und Contractilität) und in einzelnen atrophirten Muskeln mehr oder minder vollständige Entartungsreaction. Die Muskeln werden in einer gewissen Reihenfolge von der Lähmung befallen und zwar zuerst und hauptsächlich der *Extensor digitorum communis*, dann der *Extensor indicis* und *digiti minimi*, der *Extensor longus pollicis*, der *Extensor carpi radialis* und *ulnaris*, der *Extensor brevis pollicis* und der *Abductor longus pollicis* in der genannten Reihenfolge. Der *Supinator longus* und *Anconaeus* behalten in der Regel ihre elektrische Contractilität, ebenso die Muskeln der vordern Vorderarmgegend. Am Oberarm ist öfter der *Deltoideus* und der *Triceps*, als der *Biceps* von der Lähmung ergriffen. Der *Pectoralis*, *Trapezius*, *Infraspinatus* behalten fast immer ihre elektrische Contractilität.

Dieses Freibleiben der Supinatoren bei der Bleilähmung ist diagnostisch sehr werthvoll. Es entspricht dem neuerdings von Bernhardt[1]) bei acuter atrophischer Spinallähmung Erwachsener beobachteten Freibleiben des *Sartorius*.

Die ihrer elektrischen Contractilität beraubten und die Entartungsreaction zeigenden Muskeln werden am leichtesten atrophisch und zeigen sich bei der faradischen Behandlung am hartnäckigsten. Die Sensibilität der Haut ist fast bei allen Fällen normal.

Bemerkenswerth ist ein von Erb[2]) mitgetheilter Fall, bei dem sich

---

[1]) Archiv für Psychiatrie VII. B. 1877.

[2]) Ibid. 1874.

in einem gar nicht gelähmten Muskel (dem *Deltoideus*) die ausgesprochne Entartungsreaction zeigte.

Es giebt Bleilähmungen, die ziemlich schnell durch die einfachsten Mittel und mitunter spontan heilen; andere dagegen sind sehr hartnäckig. Nach den bisherigen Erfahrungen ist man berechtigt in Bezug auf die Prognose Folgendes festzustellen. Wenn die gelähmten Muskeln nur einen geringen Theil ihrer elektrischen Erregbarkeit verloren haben, so kann man sicher sein, dass sie schnell und leicht ihre willkürlichen Bewegungen wiedererlangen werden. Ist aber die elektrische Contractilität und Sensibilität verloren und sind die Muskeln sehr atrophirt, so wird die Lähmung schwerlich spontan heilen.

Gerade in diesen Fällen hat aber die therapeutische Wirkung der örtlichen Faradisation fast immer den günstigsten Einfluss gezeigt, nachdem vorher die üblichen Medicationen (Schwefelbäder, Vesicatore, Strychnin innerlich und endermatisch) ohne Erfolg angewandt worden waren.

Von den zahlreichen Beobachtungen Duchenne's theile ich folgenden Fall mit:

Bleilähmung der beiden Vorderarme. Gervais, seit zehn Jahren Schriftgiesser, hatte zum erstenmal im November 1845 eine hartnäckige Verstopfung mit Brechen und Fieber. Diese wich nach 17 Tagen einer Behandlung mit Blutegeln und Klystieren. Einen Monat später beugten sich der Zeigefinger und der Daumen der rechten Hand, so dass der Kranke dieselben nicht strecken konnte. Diese Lähmung verschwand nach 3 Monaten durch einige Bäder. November 1846 neue Verstopfung mit Muskelschwäche ohne Lähmung. Auch dieser Zustand heilte in einigen Monaten durch Schwefelbäder. 1847 traten lebhafte Schmerzen an der hinteren Vorderarmgegend ein, die bei Druck zunahmen. Bald nachher konnte der Kranke den dritten und vierten Finger der rechten Hand nicht mehr strecken, arbeitete jedoch fort. Januar 1849 ergriff die Lähmung auch den dritten und vierten Finger der linken Hand. April 1849 Schmerzen in beiden Armen, Lähmung der Muskeln an der hintern Seite des linken Vorderarmes mit Ausnahme des *Extensor* und *Abductor longus pollicis*, *Extensor digiti minimi* und der Supinatoren. Der Kranke trat in die Charité ein und wurde in den ersten 3 Wochen mit Blasenpflastern, Schwefelbädern und Strychnin ohne Erfolg behandelt. Bei der Untersuchung durch die Faradisation fanden sich folgende Erscheinungen: rechts übermässige Beugung des Handgelenks und der Finger; nur wenn man die ersten Phalangen gestreckt hält, ist auch die Streckung der beiden letzten Phalangen durch die *Interossei* möglich. Adduction des Handgelenks und Supination sind ausführbar. Die Muskelvorsprünge der hintern Vorderarmgegend sind vollständig verschwunden. Der *Extensor digitorum communis*, *Extensor digiti minimi*, *Extensor longus pollicis* contrahiren sich beim Aufsetzen von feuchten Excitatoren nicht. Die Elektropunctur bringt nur Fibrillencontractionen hervor. Die übrigen Vorderarmmuskeln contrahiren sich

normal durch die Faradisation. Links fand sich Herabhängen des Handgelenks, das jedoch mit grosser Mühe etwas gehoben werden kann, dazu Beugung und Lähmung der drei ersten Finger; die Adduction des Handgelenks und die Bewegungen des Daumens und kleinen Fingers sind erhalten. Die anderen Muskeln der vordern Seite weniger gelähmt, als rechts. Der *Extensor digitorum communis* und der *Extensor longus pollicis* haben ihre elektrische Contractilität verloren. Die Heilung durch die Faradisation ging sehr langsam und gelang erst nach 54 Sitzungen vollständig.

Gewöhnlich fangen die Kranken, sobald sie von ihrer Bleilähmung geheilt sind, auch ihre Beschäftigung wieder an, und setzen sich neuen Intoxicationen aus; es sind daher Rückfälle häufig; sie erscheinen jedoch immer nur nach einer neuen Intoxication und nach neuen Koliken.

Die Bleilähmung hindert den Gebrauch der Hand um so mehr, je mehr die Extensoren verletzt sind, und es ist wichtig, genau den Zustand derselben zu prüfen und sich des Effectes der isolirten Contraction dieser Muskeln jederzeit bewusst zu sein. Der *Ext. carpi radial. longus* hebt das Handgelenk und abducirt es; der *Ext. brevis* hebt es direct, ohne ihm eine seitliche Bewegung zu geben und der *Ext. carpi ulnaris* bringt eine schwache Extension mit Adduction der Hand hervor. Bringt man nun die Hand in Adduction und den *Ext. carpi rad. longus* zur Contraction, indem man der Streckung der Hand Widerstand entgegensetzt, so macht diese eine grosse Seitenbewegung, bis zur äussersten Abduction. Bringt man dann den *Ext. carpi ulnaris* zur Contraction, indem man sich ebenfalls der Streckung des Handgelenks widersetzt, so macht die Hand eine ausgedehnte seitliche Bewegung im entgegengesetzten Sinn. Der *Ext. carpi rad. longus* ist also Strecker und Abductor, der *Ext. carpi ulnaris* ist Strecker und Adductor und der *Ext. carpi rad. brevis* nur Strecker. Sind nun diese Muskeln ganz oder zum Theil gelähmt, so beobachtet man Folgendes: Sind die drei genannten Muskeln gleichzeitig gelähmt, so ist das Handgelenk gebeugt, ohne dass es der Kranke auch mit der grössten Mühe heben kann. Wenn der *Extensor carpi ulnaris* unversehrt und die beiden *Ext. radiales* gelähmt sind, so bleibt das Handgelenk beständig gebeugt und wird auch noch abducirt, so dass der fünfte Mittelhandknochen einen bedeutenden Winkel mit der Ulna bildet. Man begreift den Mechanismus dieser Stellung des Handgelenks: die adductorische Wirkung des *Ext. carpi ulnaris* ist nicht mehr durch die Wirkung des *Ext. carpi rad. longus* (den Antagonisten) moderirt und muss daher nothwendig das Handgelenk in eine übermässige Adduction bringen. Die Lähmung des *Ext. carpi rad. brevis* veranlasst ebenfalls das Herabhängen des Handgelenks, aber der Kranke kann,

wenn er die Hand schliesst (und somit den Antagonismus der verkürzten Fingerbeuger neutralisirt) das Handgelenk erheben; durch den geringsten Streckungsversuch der Finger würde es sogleich wieder zurückfallen. Wenn die Lähmung des *Ext. carpi rad. brevis* mit der des *Ext. carpi ulnaris* verbunden ist, so hält der *Ext. carpi rad. longus* das Handgelenk in übermässiger Abduction.

Man lasse nun bei der Untersuchung einer auf die Vorderarme beschränkten Bleilähmung den Kranken beide Arme nach vorn strecken und wird auch ohne elektrische Untersuchung schon aus der Stellung seiner Handgelenke beurtheilen können, ob die Extensoren ganz oder zum Theil gelähmt sind. 1) Kann der Kranke sein Handgelenk nicht erheben und ist es nicht mehr abducirt, als im Normalzustand, so sind sicher der *Ext. carpi radialis* und der *Ext. carpi ulnaris* gelähmt. 2) Wenn das Handgelenk nicht gehoben werden kann und adducirt ist, so kann man mit Sicherheit auf die Unversehrtheit des *Ext. carpi ulnaris* und auf die Lähmung der beiden *Ext. radiales* schliessen. 3) Wenn der Kranke nur nach Schliessung der Hand das Handgelenk gerade erheben kann, so ist die Lähmung auf den *Ext. carpi rad. brevis* beschränkt. 4) Wenn endlich während dieser Erhebung das Handgelenk abducirt wird, so ist der *Ext. carpi ulnaris* und *radialis brevis* gelähmt.

Die genaue Kenntniss des Grades der Verletzung der Muskeln bei der Bleilähmung ist um so wichtiger, als dieselben eine um so stärkere elektrische Reizung bedürfen, je mehr sie von ihrer elektrischen Contractilität verloren haben.

Am Oberarm ist der *Deltoideus* der bei der Heilung am wenigsten hartnäckige Muskel und am Vorderarme sind es die *Extensores radiales*, welche glücklicherweise am ersten durch die faradische Behandlung heilen; ohne sie ist der Gebrauch der Hand nicht möglich, da selbst die Beuger der Finger keine kräftige Bewegung ausführen können, wenn nicht die Extensoren das Handgelenk fest am Vorderarm halten. Von ihnen heilt der *Ext. carpi rad. longus* schneller als der *brevis*, der oft lange eine grosse Schwäche behält.

Sobald die Kranken die Extensionsbewegungen des Handgelenks wiedererlangt haben, können sie meist trotz der noch fortbestehenden Lähmung der Extensoren der Finger und des Daumens ihre Hand wieder gebrauchen und können z. B. durch Beugen der ganzen Hand ziemlich leicht schreiben, wenn nämlich der *Ext. brevis pollicis* nicht gelähmt ist. Da man gewöhnlich schon lange Zeit braucht, um dieses Resultat zu erreichen, so werden die Kranken oft vor ihrer Heilung

aus der Behandlung entlassen, beginnen ihre Arbeit wieder und bekommen häufig Rückfälle.

Eine bis vor wenigen Jahren gewiss nicht seltene Ursache der Bleilähmung hat man in dem fortgesetzten Gebrauch von bleihaltigem Schnupftabak erkannt. Gewöhnlich wissen bei solchen Fällen die Kranken gar nicht, dass sie mit Blei in Berührung gekommen sind, die Anamnese ergiebt deshalb keinen Anhaltspunkt und nur die auch durch die faradische Untersuchung gewonnenen charakteristischen Symptome können die Diagnose einer Bleilähmung feststellen. Die Schnupftabake nehmen, da gegenwärtig nur selten bleihaltige Saucen zur Bereitung verwendet werden, ihren Bleigehalt gewöhnlich aus der Einpackung auf, und zwar um so mehr, je längere Zeit sie in der Bleiverpackung aufbewahrt gewesen sind. Bei der chemischen Untersuchung verschiedener in Blei verpackter Schnupftabake hat sich gezeigt, dass das zwischen den Tabak und die Bleikappe gebrachte Papier die Auflösung des Blei's nicht hindert, dass die Verzinnung des Blei's ebenfalls keinen Schutz gewährt und dass selbst das Stanniol, das man häufig zur Verpackung anwendet, oft in beträchtlichem Grade bleihaltig ist.

Als Beispiel mag eine zuerst von M. Meyer[1]) veröffentlichte Beobachtung folgen.

1. Der Kürschner H., 38 J. alt, bemerkte seit 5 Monaten Schwäche und Ungelenkigkeit beider Hände, deren Geradstreckung (Dorsalextension) ihm immer schwerer, endlich unmöglich ward. Beim Versuche zuzugreifen, zu nähen und dergl. bogen sich die drei Mittelfinger beider Hände sofort um, während Daumen und kleiner Finger gestreckt wurden. Er konnte die Hände (Finger) nicht spreizen, die Daumen nicht von den Zeigefingern abziehen. Die intensive Local-Faradisation der *Mm. extensores digitorum communes* und *interossei externi* brachte keine Extension der Finger und wenig Empfindung zu Wege; ja bei intensivstem Strome ging dieser durch die Extensoren hindurch auf die *Flexores comm.* und bewirkte Beugung anstatt Streckung. Völlig normal gegen elektrische Reizung verhielten sich die *Mm. extensores digiti minimi* und *pollicis longi*, *Mm. ab-* und *adductor* und *opponens pollicis*, *Mm. extensores carpi radiales* und *ulnares*. — Dies alles entsprach so vollständig dem Charakter der Bleilähmung, dass Dr. Meyer sofort auf solche schloss, in den anamnestischen Angaben aber lange vergeblich nachforschte, bis sich endlich ergab, dass Patient, ein starker Schnupfer, seit Jahren einen (durch Oxydation der Bleieinpackung) bleihaltigen Tabak aus einer Offenbacher Fabrik schnupfe. — Schwefelbäder und salzige Abführmittel nebst fortgesetzter elektrischer Behandlung (40 Sitzungen) stellten den Patienten fast gänzlich her.

2. Einen ganz ähnlichen Fall behandelte ich. Herr v. K., früher Militär, grosser Liebhaber und Kenner von Gewehren, von kachektischem Aussehen, be-

[1]) Allgem. medic. Centralzeitung 1854. Nr. 93 und Virchow's Archiv 1857. März.

merkte nach mehreren vorausgegangenen Koliken eine zunehmende Schwäche bei dem Ausstrecken der Finger und der Hand und es wurde dieser Zustand zwei Jahre lang vergeblich mit spirituösen Einreibungen behandelt. Im October 1858 wandte sich der Kranke behufs elektrischer Behandlung an mich. Bei der Untersuchung der gelähmten Vorderarme erkannte ich sofort eine Bleilähmung. Der *Extensor digitorum communis* und *Ext. pollicis longus* beider Vorderarme contrahirten sich nicht bei elektrischer Reizung und bei starkem Strom wirkte dieser durch die Streckmuskeln hindurch auf die Beuger, so dass sich die ganze Hand beugte. Der Kranke war starker Schnupfer und pflegte sich grosse Mengen des von ihm zu verbrauchenden Tabaks vorräthig zu halten. Eingedenk anderer Fälle untersuchte ich den Schnupftabak desselben, der 0,207 met. Blei enthielt, eine Menge, die in älteren Paketen wohl noch grösser gewesen sein mag und jedenfalls das Zustandekommen der Bleivergiftung vollständig erklärt. Nach vorangegangener Allgemeinbehandlung mit Schwefelbädern und Abführmitteln erzielte ich durch faradische Reizung der gelähmten Muskeln in 38 Sitzungen eine bedeutende Besserung.

Seitdem man die Gefahren der Bleiverpackung der Tabake erkannt hat, wendet man jetzt allgemein sogenannte bleifreie Zinnfolie an und sind in letzterer Zeit weit seltener Fälle von chronischer Vergiftung durch bleihaltigen Schnupftabak bekannt geworden.

Allgemeine Bleilähmungen kommen nur selten vor. Von dem Arzte der Freiberger Bergwerke ist nie ein solcher Fall beobachtet worden, dagegen habe ich einen exquisiten Fall allgemeiner Bleilähmung nach bleihaltigem Schnupftabak bei einem Collegen beobachtet, der nach 10 monatlicher Dauer bis auf eine leichte Schwäche der Extensoren der Hand durch faradische Behandlung geheilt wurde.

Die sogenannte Madrider Kolik mit ihren nachfolgenden Lähmungen ist als allgemeine Bleilähmung anzusehen, wenn auch dabei keine Intoxication nachzuweisen ist.

Die Art der Behandlung ist ganz dieselbe wie bei traumatischen Lähmungen: galvanische und faradische Reizung der einzelnen Muskeln mit einer der Erregbarkeit angemessenen Stromstärke in 3—4 mal wöchentlich stattfindenden kurzen Sitzungen. Daneben kann die centrale Behandlung, nämlich Galvanisation des *Sympathicus* und der Wirbelsäule. angewendet werden.

Gegen die Schmerzparoxysmen bei der Bleikolik ist die cutane Faradisation der Bauchdecken empfohlen und mit Erfolg gebraucht worden, ebenso auch die energische Faradisation der Bauchmuskeln mit feuchten Stromgebern und endlich die Galvanisation des *Plexus coeliacus.*

8. Lähmungen nach acuten und chronischen Krankheiten.

Die nach acuten Krankheiten bisweilen auftretenden Lähmungen einzelner Glieder oder des ganzen Körpers zeigen in Bezug auf ihr Verhalten gegen den elektrischen Strom ein sehr verschiedenes Verhalten. Diese Lähmungen kommen vor nach Scharlach, Masern, Typhus, Puerperalfieber, Dysenterie u. s. w. und scheinen, wenn sie nicht örtliche durch Exsudatreste bedingte Nervenlähmungen oder rein degenerative Myopathieen sind, als centrale Lähmungen aufgefasst werden zu müssen. Sie reihen sich dann an die als *Neurasthenia spinalis* bezeichnete functionelle Rückenmarksschwäche an.

Wie so häufig, scheinen bei diesen Lähmungen nach erschöpfenden Krankheiten eine Anzahl von Nerven nicht zu functioniren, ohne deshalb functionsunfähig zu sein und es vermag dann die elektrische Behandlung zunächst die Lähmung auf ihre pathologisch-anatomisch bedingte Grösse zu reduciren. Man kann in solchen Fällen besonders durch faradische Reizung der gelähmten Muskeln ein wirklich sichtbares Aufquellen derselben beobachten und oft rasche mühelose Heilungen erzielen, die in den Augen der Laien geradezu wunderbar sind und dem behandelnden Arzt Ehre und Ruhm bringen als Ersatz für die in andern Fällen oft vergebliche Mühe und Arbeit.

Mit der peripheren allgemeinen Elektrisirung, bei der nach und nach die gelähmten Theile der Einwirkung des Stromes unterzogen werden, kann man bei schweren Fällen auch die centrale Behandlung verbinden. Dieselbe besteht in Galvanisation des Sympathicus und der Wirbelsäule; dabei sind schwache labile Ströme 2—5 Minuten lang durch die Kathode anzuwenden, während die Anode am Nacken aufgesetzt ist.

Als Beispiel einer glücklichen elektrischen Behandlung solcher Lähmungen diene folgender Fall.

Louise P. aus Celle, 12 J. alt, wurde mir von Dr. S. versuchsweise zur elektrischen Behandlung geschickt. Nach dem mir gesandten Bericht „erkrankte Pat. vor 2 Jahren an gastrisch-rheumatischem Fieber mit nachfolgenden Erscheinungen von Ablagerungen auf die *Medulla spinalis*, die eine Paralyse der untern Extremitäten bedingten. Ableitungen und Gegenreize auf die *Cauda equina* blieben ebenso wie Strychnin und der Gebrauch der Bäder in Rehme ohne Erfolg und die Kranke lernte nicht wieder gehen. Nach dem im nächsten Jahre wiederholten Besuch von Rehme und einem Versuch mit dem Elektromagnetismus trat ein hitziges Fieber ein (eine Art Frühlingsfieber), wonach jedoch eine leichte Besserung des früheren Zustandes nicht zu verkennen war.“ Die scheinbar

günstige Wirkung der versuchsweise angewendeten Elektricität veranlasste nun die Eltern, bei mir Hülfe zu suchen.

Stat. praes. April 1861. Pat., ein zartes übrigens gesundes Mädchen, litt an vollständiger Lähmung der Beine, konnte weder stehen noch gehen, sondern rutschte nur (mit ziemlicher Behendigkeit) auf den Knieen umher. Auf dem Kreuzbein einige grosse Brandnarben von den angewendeten Moxen. Die Ernährung der dünnen unteren Extremitäten sehr schwach; die trockene Haut schilfert sich ab und ist kalt anzufühlen. Beim Sitzen hängen die Beine schlaff herab, die Unterschenkel können nicht gestreckt werden, die Füsse aber werden, wenn auch schwach, gestreckt und gebeugt. Die Beine erscheinen ganz so wie bei veralteten spinalen Kinderlähmungen.

Bei der elektrischen Untersuchung zeigen sich bei normaler Sensibilität in allen Muskeln der Oberschenkel und Unterschenkel Contractionen, die, wenn auch schwach und dem Volumen der welken Muskeln entsprechend, doch deutlich sind. Nur in den Streckmuskeln des Unterschenkels erschien die elektrische Erregbarkeit verringert. Sofort nach der Untersuchung erklärte die Kranke ihre Beine „wie neu belebt“. Es wurden nun täglich die Muskeln der Beine faradisirt und der Erfolg dieser Behandlung war in der That ein überraschender. Die welke Haut wurde straffer, die Muskeln quollen förmlich auf und von Tag zu Tag besserte sich die Mobilität in wahrhaft wunderbarer Weise. Nach 20 Sitzungen konnten die Unterschenkel gestreckt werden und nach 30 Sitzungen vermochte Patientin seit Jahren wieder auf ihren Beinen zu stehen, lernte bald gehen und wohl mit Recht musste es als eine „Wundercur“ gelten, dass die Kranke nach kaum zweimonatlicher Behandlung „umherlaufen“ konnte.

Ich habe den Fall nur als eine nach Typhus zurückgebliebene protrahirte Ernährungsstörung betrachtet, die glücklicherweise nicht in Degeneration übergegangen war und bei der deshalb die methodische elektrische Reizung der Muskeln Aenderungen in der Lagerung der histologischen Elemente, Regelung des Stoffwechsels und somit Heilung bewirken konnte.

Die nach *Diphtheritis* nicht selten auftretenden eigenthümlichen Lähmungen des Gaumens, der Augenmuskeln und einzelner Muskeln der Extremitäten, besonders des *Tibialis anticus*, zeigen bei der Untersuchung durch den elektrischen Strom meist geringe Verminderung der faradischen Erregbarkeit und bisweilen Auftreten der Entartungsreaction. Jedoch sind diese Befunde nicht als charakteristisch für die diphtheritischen Lähmungen anzusehen und können diagnostisch nicht verwerthet werden.

Die Prognose dieser Lähmungen ist günstig zu stellen und habe ich bei den zahlreichen von mir behandelten Fällen immer, nicht selten auffallend rasche, Heilung ebenso durch faradische wie durch galvanische periphere Behandlung erzielt.

Die Behandlung der Lähmung in der für die einzelnen Theile geeigneten Weise ist bald nach ihrem Auftreten vorzunehmen. Bei der am häufigsten vorkommenden Lähmung des Gaumensegels ist es mir am zweckmässigsten erschienen, die Anode im Nacken aufzu-

setzen und mit der Kathode bei weit geöffnetem Munde die Muskeln des Schlundes und den Gaumenbogen direct labil zu behandeln und dabei Schluckbewegungen auszulösen. Die anzuwendende Stromstärke richtet sich nach der Empfindlichkeit des Kranken.

Es werden bei der angegebenen Elektrodenstellung auch sicher Zweigströme die *Medulla oblongata* treffen und können bei hartnäckigerer Lähmung durch Stromwendungen kräftigere Reizeffecte erzielt werden.

Die nach oder bei chronischen Krankheiten, nämlich bei Syphilis, Scrophulose, Tuberculose und anderen Kachexieen auftretenden Lähmungen haben nichts Eigenthümliches; dieselben sind durch die Producte der betreffenden Grundkrankheit, also durch Periostitis, Exostosen, Gummata, Drüsenschwellungen u. s. w. bedingt und wird die Elektrotherapie daher bei diesen Lähmungen nur in sehr beschränkter Weise Anwendung finden können.

9. Lähmungen einzelner Organe.

a. Lähmung der Muskeln des Kehlkopfs. Aphonie.

Mit der Ausbildung der laryngoskopischen Untersuchungsmethode hat auch die elektrische Behandlung der Stimmbandlähmungen eine grosse praktische Bedeutung gewonnen. Nach den insbesondere von Ziemssen (s. o. S. 107) gegebenen Vorschriften ist bei gehöriger Uebung die isolirte elektrische Reizung der innern Kehlkopfmuskeln mit grösster Sicherheit ausführbar. Nach Lage der Sache wird jedoch diese Behandlung den im Laryngoskopiren geübten Specialisten zu überlassen sein.

Aber auch durch percutane Einwirkung elektrischer Ströme auf den Kehlkopf sind bei Stimmbandlähmungen ausserordentliche therapeutische Erfolge erzielt worden, so besonders bei hysterischer Aphonie und bei der nicht seltenen leicht eintretenden Ermüdung des Stimmorgans bei Sängern, Lehrern, Predigern u. s. w.

M. Meyer empfiehlt in solchen Fällen den Inductionsstrom in Form der elektrischen Moxe auf den Kehlkopf zu richten.

Ebenso kann man die wohl befeuchteten Elektroden zwischen Ring- und Schildknorpel aufsetzen und schwellende Inductionsströme einige Minuten wirken lassen, oder auch eine Elektrode im Nacken aufsetzen und die andere Elektrode labil am Kehlkopf anwenden.

Für die galvanische Reizung empfiehlt sich die Fixirung der Anode im Nacken und der Kathode stabil oder labil 1—2 Minuten lang bei einer Stromstärke von 10—12 Elementen.

Durch alle diese Behandlungsmethoden sind treffliche Resultate erzielt worden und sehr häufig beobachtete man bei hysterischer Aphonie nach einmaliger Elektrisirung und oft während derselben plötzliche Rückkehr der Monate lang verschwunden gewesenen Stimme. In hartnäckigeren Fällen bedurfte es jedoch einer wiederholten Anwendung des Stromes; doch waren selten mehr als 10 Sitzungen zur dauernden Heilung nöthig.

b. Lähmung des Zwerchfells.

Mit Zugrundelegung einer grossen Anzahl von Beobachtungen hat Duchenne folgende bestimmte Symptome der Zwerchfellslähmung constatirt: beim Einathmen werden die Hypochondrien und das Epigastrium eingezogen (statt vorgewölbt), während sich der Brustkorb erweitert; beim Ausathmen dagegen wird das Epigastrium vorgewölbt, während sich der Brustkorb verengt. Bei nur einseitiger Lähmung wird, beim Auflegen der Hände auf die Hypochondrien, die auf der gesunden Seite liegende Hand durch den Druck des herabsteigenden Zwerchfells stark gehoben, während die auf der kranken Seite liegende Hand ruhig bleibt.

Duchenne beobachtete die Lähmung des Zwerchfells bei Bleilähmung, bei Hysterie, bei fortschreitender Muskelatrophie und bei Entzündungen benachbarter Organe nach pleuritischen und peritonitischen Exsudaten. Nicht selten sind aber auch rheumatische Ursachen nachzuweisen und in einem von mir beobachteten Fall glaube ich Trichinose als Ursache der Zwerchfellslähmung annehmen zu müssen.

Geringe Grade der Krankheit haben nur bei heftigeren Bewegungen, wie Berge- oder Treppensteigen, Tanzen u. s. w. Athembeschwerden zur Folge, während bei mehr oder weniger vollständiger Lähmung bei den geringsten Anstrengungen die heftigsten Athembeschwerden mit beträchtlicher Athemfrequenz eintreten.

Die Inspiration ist kurz, das Sprechen erschwert, die Stimme matt. Tiefes Einathmen ist unmöglich, weil beim Versuch dazu der Kranke „die Eingeweide in die Brust treten“ fühlt und davon erstickt zu werden glaubt. Seufzen, Husten, Niesen, Expectoration und Defäcation sind natürlich ebenfalls erschwert.

Die Zwerchfellslähmung ist an und für sich nicht tödtlich, da durch die Intercostalmuskeln die Einathmung noch stellvertretend besorgt wird; jedoch kann schon ein leichter intercurrirender Bronchialkatarrh durch die gehinderte Expectoration Todesursache werden. Bei der fortschreitenden Muskelatrophie wird gewöhnlich das Zwerchfell zuletzt ergriffen.

Die Behandlung der Zwerchfellslähmung besteht wesentlich in der faradischen Reizung der *Nervi phrenici* und ihrer Genossen, welche, von DUCHENNE vorgeschlagen, in methodischer Weise zuerst von ZIEMSSEN zur künstlichen Unterhaltung der Respiration beim Menschen angewendet worden ist. Die isolirte Erregung der *Nervi phrenici* durch feine Elektroden ist ziemlich schwierig und ist auch für die Unterhaltung der künstlichen Respiration nicht ausreichend. Deshalb ist gerathen, mehrere Inspirationsmuskeln gleichzeitig zu faradisiren und hierzu grosse Elektroden zu beiden Seiten des Halses über dem untern Ende des *M. scalenus anticus*, am äussern Rande des *M. sternocleidomastoideus*, den man etwas nach innen drängen muss, fest aufzusetzen und einen mässig starken Inductionsstrom wirken zu lassen, bis eine deutliche Contraction des Zwerchfells und eine tiefe Inspiration eintritt.

Ebenso kann man auch nur den einen Stromgeber auf den *N. phrenicus* am Halse aufsetzen und mit der andern Elektrode die Gegend der Zwerchfellsansätze am Brustkorb labil behandeln.

Statt der faradischen Reizung oder mit dieser abwechselnd kann auch die galvanische Reizung nach derselben Methode vorgenommen werden und sind dabei wiederholte Stromwendungen anzuwenden, um eine kräftige Erregung hervorzurufen. Auch centrale Galvanisation längs des Halsmarkes ist empfohlen worden.

Behufs der **Unterhaltung der künstlichen Respiration** ist es nun nöthig, nach jeder einzelnen elektrischen Reizung, welche eine geräuschvolle Inspiration zur Folge hat, durch Druck auf die Bauchwandungen und mechanisches Hinaufdrängen des Zwerchfells die Exspiration zu befördern. Nach einigen Reizungen lässt man eine Pause eintreten, um zu beobachten, ob die natürliche Respiration wieder in Gang kommt u. s. w.

Die Einleitung der künstlichen Respiration ist oft mit glänzendem Erfolg angewendet worden bei Erstickten, Narkotisirten, Anästhesirten, Cholerakranken, zur Wiederbelebung bei scheintodten Neugeborenen u. s. w. In allen solchen Fällen von Asphyxie ist die Behandlung oft sehr lange Zeit,

jedenfalls so lange fortzusetzen, bis die natürliche Respiration wieder normal oder andererseits der Tod wirklich eingetreten ist.

Die Behandlung ist nie gefahrvoll, leicht auszuführen und sollte in keinem Fall von Asphyxie unversucht gelassen werden. Befördert werden die Exspirationsbewegungen durch gleichzeitige Faradisation der Bauchmuskeln und elektrocutane Geisselung der Gegend der Zwerchfellsursprünge.

Von Steiner[1]) ist auch die Elektropunctur des Herzens als Wiederbelebungsmittel in der Chloroformsynkope versucht worden. Diese Operation ist nach Versuchen an Thieren ungefährlich und verdient als mächtiges Erregungsmittel wohl Beachtung.

c. Lähmung des Magens und des Darmcanals.

Ausser der bei Hysterischen nicht selten vorkommenden Lähmung der Musculatur der Speiseröhre, des Magens und des Darmcanals wird auch während der Pubertät und bei bleichsüchtigen Mädchen eine enorme „luftkissenartige" Auftreibung des Magens, Magenektasie beobachtet. Dieselbe kann man durch kräftige Faradisation der Bauchdecken oft sofort zum Verschwinden bringen und bei etwaiger Wiederkehr durch wiederholtes Faradisiren dauernd beseitigen. Dabei wird sicher nicht blos die Bauchwandung, sondern auch die Musculatur des Magens zur Contraction gebracht.[2])

Auch bei habitueller Verstopfung, welche auf Atonie der Darmmusculatur beruht und mit Tympanitis gepaart ist, genügt mitunter die energische Faradisation der Bauchmuskeln, um ergiebigen Stuhlgang zu erzielen, der vorher weder durch Purgantien noch durch Klystiere hergestellt werden konnte. Am besten ist es dabei einzelne starke Inductionsschläge mittels wohl befeuchteter Elektroden auf die Bauchdecken einwirken zu lassen, wobei der Strom durch diese hindurch auf die contractilen Fasern des Darmes einen erregenden Einfluss ausübt. Schon nach 10—20 solchen erschütternden Schlägen bemerkt der Kranke die peristaltischen Bewegungen des Darmes, die man bei mageren Personen mit dünnen Bauchdecken auch selbst sehen kann.

Durch diese Behandlung habe ich rasche Erfolge gesehen, nachdem die sonst so trefflichen heilgymnastischen Uebungen vergeblich angewendet worden waren. Die elektrischen Ströme durch-

[1]) Archiv für klin. Chirurgie. XII. 1871. Nr. 40.

[2]) Fürstner: Ueber die Anwendung des Inductionsstromes bei gewissen Formen der Magenerweiterung. Berl. klin. Wochenschr. 1876. Nr. 11.

schneiden gleichsam allmählich die ganze Masse der Darmwindungen; es entstehen in denselben ausgedehnte Contractionen und so hat Duchenne sogar in einem Fall von Darmverschlingung (bei dem man im Begriff war, die Operation vorzunehmen) durch Faradisation des Darms die Invagination gelöst und Oeffnung erzielt. Er empfiehlt die Elektricität in allen ähnlichen Fällen zu versuchen und räth einen Stromgeber in den Mastdarm, den andern auf die Bauchdecken oder durch einen Oesophagus-Rheophor an den Magenmund zu bringen, damit durch Reflexwirkung der ganze Darmcanal in peristaltische Bewegungen versetzt werde.

Benedikt empfiehlt bei Obstipation einen Stromgeber in der Lendengegend aufzusetzen und mit dem andern zahlreiche Punkte der Bauchwand zu reizen und zwar mit sehr starken primären Inductionsströmen. Die durch diese Methode erzielten Erfolge bei hartnäckigen Verstopfungen sind oft überraschend.

Nach langer Obstipation, nach Dysenterie oder bei kachektischen Kindern findet sich nicht selten **Atonie** und **Prolapsus ani.**

Wenn man den Finger in den After eines mit Atonie des *Sphincter* oder mit Vorfall behafteten Kranken einbringt, so fühlt man, dass er leicht eindringt und der *Sphincter* sich ohne den geringsten Widerstand erweitern lässt, so dass man allmählich mehre Finger einbringen kann. Ist der *Sphincter* gelähmt, so werden dann auch die Fäces unwillkürlich abgehen, was beim Vorfall des Rectum nicht der Fall ist. Diese Atonie des *Sphincter* ist aber die Hauptursache des Vorfalls der Mastdarmschleimhaut, die ungehindert heraustritt.

Es lag die Vermuthung nahe, dass durch örtliche Faradisation die verlorene Tonicität des *Sphincter* soweit wieder hergestellt werden könne, um die Schleimhaut oben zu erhalten und den Vorfall zu hindern. In der That hat sich diese Vermuthung durch die Erfahrung bestätigt und ich will nur ein Beispiel anführen, bei dem ich zuerst versuchsweise die Faradisation anwendete.

Julius Klähr, 13 J., hatte seit seiner Kindheit einen *Prolapsus ani*, der ihm nach einer Dysenterie 1852 sehr schmerzhaft wurde. Die unwillkürlichen Stuhlabgänge waren als Unart im Correctionshause durch Stockschläge behandelt worden. Ich sah den Kranken im Juli 1855 und fand den *Sphincter ani* vollkommen erschlafft, so dass ein Theil des Rectum beim Husten u. s. w. zum grossen Theil hervortrat. Man konnte leicht drei bis vier Finger in den After einführen. Ich versuchte die Faradisation, um einen Krampf des *Sphincter* hervorzurufen und brachte zu diesem Zweck einen olivenförmigen Excitator in das Rectum, setzte einen zweiten feuchten Excitator auf das *Perinaeum* und liess einen mässigen, schnellschlägigen Strom 10 Minuten lang wirken. Sogleich zog sich der *Sphincter* fest um das eingebrachte Instrument zusammen, so dass ich

es nur mit einiger Anstrengung herausziehen konnte. Der Erfolg dieser einmaligen Operation war sehr befriedigend, denn es kam das Rectum auch bei der grössten Anstrengung nicht mehr hervor und der Kranke fühlte beim Stuhlgang einen Widerstand des *Sphincter.* Es wurden die Reizungen noch 5 Tage fortgesetzt: die Fäces gingen nicht mehr unwillkürlich ab und der Mastdarm trat nicht mehr heraus. Wenn man den Finger einführte, so wurde dieser stark von dem *Sphincter* gedrückt.

Wenn auch meine seitdem gehäuften Beobachtungen nicht zahlreich genug sind, um zu beweisen, dass die Faradisation bei der Behandlung des *Prolapsus ani* unbedingt allen andern Behandlungsarten vorzuziehen sei, so zeigen sie doch, dass man vor Anwendung einer blutigen Operation die Faradisation immer vorher versuchen kann, da zur Operation zuletzt immer noch Zeit ist.

Nicht selten leiden Frauen nach schweren Entbindungen an Atonie des *Sphincter* und ist in solchen Fällen die energische Faradisation des Mastdarms eine höchst empfehlenswerthe Behandlungsweise. Es genügt dabei eine olivenförmige metallische Elektrode im Mastdarm leicht hin und her zu bewegen, die andere Elektrode auf das Steissbein aufzusetzen und den Strom 1—3 Minuten wirken zu lassen. Dabei wird oft schon nach wenigen Sitzungen der Tonus des *Sphincter* auffällig gebessert und man fühlt nach der Einführung der Elektrode, wie dieselbe durch die Contraction des *Sphincter* festgehalten wird.

d. Lähmung der Harnblase.

Die Entleerung der Blase beruht auf reflectorischen Vorgängen. Nach den Untersuchungen von Goltz bedingt die allmähliche Füllung der Blase eine Reizung der sensiblen Nerven der Blasenwand und wird hierdurch eine Reflexcontraction des Detrusor ausgelöst, der in Verbindung mit der reflectorischen Wirkung der Bauchpresse die Entleerung der Blase bewirkt, wenn zuvor die willkürliche Erschlaffung des *Sphincter vesicae* und der Harnröhrenmuskeln erfolgt ist.

Bei Lähmungen der Blase sind nun sehr complicirte Verhältnisse zu berücksichtigen, da sowohl die peripheren Nerven, als auch die Reflexcentren im Lendenmark als auch höher gelegene Bahnen im Centralorgan Ursache der Lähmung sein können.

Sowohl bei den peripheren wie bei den spinalen Blasenlähmungen ist die elektrische Behandlung mit Erfolg angewendet worden.

Von den Krankheiten der Harnblase sind diejenigen am meisten für die elektrische Behandlung geeignet, welche eine anomale Aussonderung des Harns zur Folge haben, also die Dysurie, die para-

lytische Ischurie und die *Incontinentia urinae.* Möglicherweise könnte aber auch durch Reizung der Nierengegend auf mangelnde Absonderung der Harns günstig durch Elektricität gewirkt werden.

Lähmungen der Bauchmuskeln können **Dysurie** veranlassen, wie man dies oft bei Paraplegieen beobachtet. Faradisirt man bei dieser Form von Harnverhaltung die Bauchmuskeln, so geht das Urinlassen sehr leicht. Man muss also bei Schwierigkeit beim Wasserlassen nicht immer sogleich auf eine Lähmung der Blasenwandungen schliessen und bei etwaiger elektrischer Behandlung nicht sofort die Blase, sondern erst die Bauchmuskeln einzeln faradisiren. Man erspart so dem Kranken oft eine unnütze, erfolglose Operation.

Bei wirklicher Lähmung der Blase muss man direct elektrisch reizen. Zu diesem Zweck giebt es mehrere Methoden. Entweder führt man eine bis an das silberne Knöpfchen mit Kautschuk isolirte sondenförmige Elektrode in die Blase und die andere olivenförmige Elektrode in das Rectum ein. (Siehe oben S. 94.) Oder wenn die Reizung durch das Rectum Schwierigkeiten hat, wirkt man nur auf die Blase mit dem doppelten Blasenexcitator ein. Dieser Excitator leistete Duchenne grosse Dienste; denn da die Blase selbst im Normalzustand wenig empfindlich ist, kann man sehr starke Ströme auf sie richten, was man nicht thun kann, wenn man einen Excitator in die Blase und den andern auf die Bauchdecken bringt, weil diese zu empfindlich sind und nicht einen ebenso starken Strom ertragen können als die Bauchwandungen.

Die **Anästhesie der Blase** kann unabhängig von der Lähmung derselben bestehen. Die Kranken fühlen dabei kein Bedürfniss zum Harnlassen und merken das Vollsein ihrer Blase nicht eher, als bis der Urin ausläuft. Leeren sie die Blase nicht in passenden Zeitabschnitten aus, so wird sie allerdings zuletzt durch Ueberausdehnung gelähmt. Diese übergrosse Ausdehnung der Blase kann mit der Zeit auch die Bildung klappenartiger Falten veranlassen, welche den Mund des Blasenhalses verschliessen. Die Kranken müssen dann beim jedesmaligen Uriniren diese Falten mit einer in die Blase eingeführten Sonde wegschieben: nach Ausführung dieser Operation wird der Strahl weit und kräftig fortgetrieben. Die faradische Reizung der innern Blasenwand ist ein ausgezeichnetes Mittel, um diese Anästhesie zu heilen, deren Folgen so bedeutend sein können. Ich berichte hier ein Beispiel aus Duchenne's Praxis:

M. de L., Officier, 40 J., kräftig, empfand plötzlich einen heftigen Schmerz im Verlauf des *N. ischiadicus*, der hartnäckig bestand und nach 6 Wochen

plötzlich verschwand, so dass sich Patient geheilt glaubte. Allein bald nachher fand er sich plötzlich vom Urin durchnässt, der unwillkürlich abfloss. Trotz aller Behandlungsweisen blieb dieser Zustand derselbe. Jetzt verschwanden auch die Erectionen; der Kranke fand seine Hoden beim stärksten Druck unempfindlich, doch hatte er übermässige nächtliche Pollutionen mit wollüstiger Empfindung.

Duchenne fand: Anästhesie der Haut des *Penis*, der *Scrotum*, *Perinaeum*, des obern Viertheils der hintern Seite des Schenkels und der Hinterbacken. Mangelndes Gefühl des Vollseins der Blase, Unmöglichkeit, ohne Hülfe des Katheter's zu uriniren; die Hoden sind beim stärksten Druck vollkommen unempfindlich; keine Erectionen; keine *desideria coitus;* seltene nächtliche Pollutionen; kein Schmerz; Allgemeinbefinden befriedigend. Elektrocutane Faradisation. Die metallische Bürste wurde mit stärkstem Strom auf den unempfindlichen Punkten umherbewegt. Nach mehreren Minuten gab der Kranke ein leichtes Kitzeln an einigen Stellen an, das nach 15 Minuten bis zum höchsten Schmerz stieg. Am andern Tage war die Empfindlichkeit an einigen Stellen vorhanden und nach der dritten Sitzung die Sensibilität der Haut fast normal. Faradisation der Blase und der Harnröhre. Der doppelte Blasenexcitator wurde in die vorher geleerte Blase eingeführt und auf der innern Seite hin und her bewegt. Doch wurde dadurch keine Empfindung erregt, obgleich der stärkste und schnellschlägigste Strom wirkte. Am Blasenhals, der überhaupt immer sehr empfindlich ist, erregte der Excitator eine schmerzhafte Zusammenziehung durch die Reizung des *Sphincter*. Bei sehr langsam gehendem Strom empfand der Kranke bei jeder Unterbrechung eine ziemlich starke Erschütterung. In der Harnröhre machte der stärkste Strom nur eine schwache Empfindung in ihrem unteren Drittel. Nach 15 Sitzungen war jedoch die Empfindlichkeit der Blase normal geworden und der Kranke konnte selbst einen mässigen Strom nicht mehr ertragen. Er bemerkte das Vollsein seiner Blase und hatte das Bedürfniss, oft zu uriniren: die Blase entleerte sich vollständig. Unglücklicherweise erhielt sich das willkürliche Uriniren nicht, trotz der lange fortgesetzten faradischen Reizung, trotz der wiedergekehrten normalen Sensibilität der Blase. Civiale und Ricord wurden consultirt und fanden weder Strictur, noch Lähmung der Contractilität (wenn eine Sonde eingeführt wurde, ging der Urin kräftig fort bis die Blase leer war). Ricord nahm klappenförmige Falten durch Ueberausdehnung der Blase an und machte mit dem Uretrotom Incisionen, die jedoch nichts nützten. Der Kranke wurde daher von neuem faradisirt und der krankhafte Zustand beseitigt.

Die **Incontinentia urinae** kann oft mit Glück durch die örtliche Faradisation der Blase behandelt werden, und zwar besonders durch Reizung des Halses und *Sphincter* der Blase, da die Lähmung oder Atonie dieser Theile gewöhnlich die Ursache des unwillkürlichen Harnabflusses ist. Man kann auch hier versuchen, die Blase durch die Bauchdecken oder den Blasenhals vom Mittelfleisch aus zu reizen. Die Kranken, die gewöhnlich ängstlicher Natur. sind, unterziehen sich allerdings am liebsten dieser Methode, die Blase von aussen zu reizen und bei einigen leichtern Fällen von Incontinenz habe ich auch Heilung dadurch erzielt, besonders bei Kindern, die an nächtlichem Bett-

pissen (*Enuresis nocturna*) litten. Um den Widerstand in den Bauchdecken zu überwinden, braucht man jedoch starke Ströme, die man, um Schmerz zu vermeiden, in langsamem Tempo wirken lassen muss.

Am besten aber verfährt man, wenn man nach der schon früher angegebenen Methode einen bis an das Knöpfchen mit Kautschuk isolirten sondenförmigen Excitator bis an den Blasenhals in die Harnröhre einbringt, den andern olivenförmigen Excitator in das Rectum einführt und ihn auf allen dem *M. levator ani* entsprechenden Stellen umher bewegt. Der Strom muss sehr kräftig sein, da Blase und Mastdarm wenig empfindlich sind. Nach dieser Methode ist es mir wiederholt gelungen, die Incontinenz zu beseitigen.

Die galvanische, centrale Behandlung der Blasenlähmungen reicht in sehr vielen Fällen von Blasenlähmung vollkommen aus. Dabei muss (Althaus) man die Kathode am Hinterkopf oder an den Lendenwirbeln, die Anode über der Symphyse aufsetzen und 3—4 Minuten lang Unterbrechungen eines starken Stromes wirken lassen.

e. Lähmungen der männlichen Genitalien (Impotenz).

Die männliche **Impotenz** und sexuelle Schwäche sind Krankheiten, die sehr häufig zur Behandlung kommen und bei denen daher auch Versuche gemacht worden sind, die Elektricität zur Heilung derselben anzuwenden. Dass in vielen Fällen ein günstiger Erfolg erzielt werden kann, ist nicht zu leugnen, nur sind diese Affectionen von so verschiedenen Ursachen bedingt, dass man mit der Auswahl der geeigneten Fälle nicht vorsichtig genug sein kann.

Lallemand glaubte, dass die Reizung der Harnröhrenmündungen der *Canales ejaculatorii* nützlich sein könne, um durch Vermehrung ihrer tonischen Kraft eine bei Spermatorrhöe heilsame Verengerung hervorzubringen. Duchenne führte hierdurch veranlasst bis zum *Veru montanum* einen Excitator ein, setzte den andern feucht auf das *Perinaeum* und liess einen mässigen Strom wirken. Diese Operation schien bei mehren Fällen von Samenverlusten die gewünschte Wirkung zu haben, indem sich dieselben verringerten. Hierauf reizte er die Hoden durch feuchte Excitatoren, welche auf die den Hoden und Nebenhoden entsprechenden Theile des Scrotum gesetzt wurden. Der Strom war anfangs schwach und wurde nach und nach gesteigert, bis die Kranken eine besondere schmerzhafte Empfindung wie bei der Compression des Hoden angaben. Doch muss man bei dieser Operation nur einen mässigen, langsamen Strom wirken lassen, weil man sonst leicht Neuralgieen der Hoden erregt.

Es giebt aber auch viele Fälle von Impotenz bei jungen kräftigen Männern, die an abnormer angeborner Kleinheit oder Atrophie des Penis und der Hoden leiden und die nie entschiedene sexuelle Neigungen empfunden haben, sowie auch andere, die wenn auch nicht übermässig enthaltsam, doch durchaus nicht *in Venere* excedirt haben, Fälle, die gewöhnlich in einer Anästhesie der Genitalien (einer Lähmung der peripherischen Nerven) ihren Grund haben. Solche Kranke zeigen häufig eine bedeutende hypochondrische Verstimmung; ihre Genitalien sind gewöhnlich klein, bläulich, kalt; Erectionen sehr selten und dann unvollständig, nicht anhaltend und nicht ausreichend zum Coitus; die elektrocutane Sensibilität des Penis und besonders der Eichel erscheint meist bedeutend verringert. In diesen Fällen leistet die elektrocutane Reizung der anästhetischen Theile mit der metallischen Olive oder auch die galvanische labile Reizung der cavernösen Körper mit feuchten Excitatoren oder endlich die Geisselung der Eichel mit dem elektrischen Pinsel vortreffliche Dienste. Die Haut wird roth, wärmer, der Penis erscheint weniger geschrumpft und bei Anwendung nicht zu starker Ströme tritt bisweilen während der Reizung eine starke Erection ein. Gewöhnlich aber geschieht dies einige Stunden nach der Reizung. Nach 6—20 Sitzungen habe ich in den von mir behandelten Fällen in der Regel vollständige, andauernde Heilung erzielt. Bei den von mir beobachteten Fällen von angeborener abnormer Kleinheit des Penis und der Hoden war der Erfolg der elektrischen Behandlung überraschend. Die nur knabenhaft entwickelten Genitalien wurden in wenig Wochen vollkommen functionsfähig. (Vergl. auch Schulz in der Wiener medic. Wochenschrift 1854. Nr. 10—12.)

In manchen Fällen ist mir auch die Faradisation der *Mm. ischio-cavernosus* und *bulbo-cavernosus* vom *Perinaeum* aus als eine sehr zweckmässige Reizung erschienen, wenn die Kranken über Mangel an ausdauernden Erectionen klagten.

Die centrale galvanische Behandlung ist besonders von Schulz und Benedikt bei Pollutionen und Spermatorrhöe empfohlen worden. Benedikt empfiehlt die Anode auf die Lendenwirbelsäule zu setzen und mit der Kathode 40—50 mal in der Richtung der Samenstränge, sowie quer über den Penis und in der Perinäalgegend 2—3 Minuten lang zu streichen. Ausserdem soll 1—2 mal wöchentlich die katheterförmige Anode an die Gegend der *Ductus ejaculatorii* applicirt und mit der Kathode in der Richtung der Samenstränge gestrichen werden. Bei Anästhesien der Genitalien soll elektrische Pinselung oder

starke Galvanisirung der Hoden angewendet werden und hatte Benedikt meist gute Erfolge von diesen verschiedenen Behandlungsarten.

Im Allgemeinen möge man aber bei der Auswahl der zur elektrischen Behandlung geeigneten Fälle von Impotenz, Spermatorrhöe und krankhaften Pollutionen ausserordentlich bedenklich sein und erwägen, ob die Heilung nicht auf Kosten des Gesammtorganismus zu Stande kommt.

10. Krämpfe.

Das grosse Gebiet der Krampfkrankheiten ist bekanntlich ein noch sehr dunkles und es ist eine rationelle Behandlung derselben deshalb zur Zeit unmöglich. Unter den gegen Krampfformen angewendeten Heilmitteln nimmt aber die Elektricität einen hervorragenden Rang ein.

Der elektrische Strom kann, wie bereits früher angedeutet wurde, antispastische Wirkungen äussern und zwar ebensowohl bei klonischen als bei tonischen Krämpfen. Die günstigen Wirkungen des Stromes mögen hierbei darauf beruhen, dass durch denselben unmittelbar die Willensherrschaft über die geschwächten oder die von Krampf und Zittern befallenen Muskeln gekräftigt wird oder dass auch mittelbar die gelähmten Antagonisten der im tonischen Krampf (Contractur) begriffenen Muskeln erregt werden.

Locale, peripherische Krämpfe, bei denen die gesteigerte Nervenerregbarkeit durch eine Ernährungsstörung bedingt ist, werden immer am geeignetsten für die elektrische Behandlung sein und es ist bei denselben die günstige Wirkung des Stromes auf die erkrankten Nerven und Muskeln leichter zu erklären, als bei den Krämpfen, die auf gesteigerter Erregbarkeit der Reflexcentren im Gehirn und Rückenmark beruhen. Nach Remak's Auffassung ist es jedoch sehr wahrscheinlich, dass die antispastische Wirkung des Stromes überhaupt und der Stromesunterbrechung inbesondere nicht blos eine periphere, auf Nerven und Muskeln beschränkte sei, sondern dass sie sich von der Peripherie aus, sei es auf der Bahn der Nerven oder auch anderer leitender Gewebe, auf die Centralorgane erstrecke.

So kann sich der Strom als wirksam erweisen, indem er abnorme Erregungen der sensiblen Nervenbahnen beseitigt, aber auch dadurch, dass seine katalytischen Wirkungen bei Circulationen und Ernährungsstörungen der motorischen Bahnen zur Geltung kommen.

Die Art der Behandlung kann danach eine verschiedene sein und es lassen sich folgende allgemeine Regeln für die Behandlung von Krampfkrankheiten aufstellen: *a.* Bei tonischen localen Krämpfen, welche oft die grösste Aehnlichkeit mit den durch Lähmung eines Antagonisten hervorgebrachten Contracturen haben, wird man auch am besten thun, den Krampf in derselben Weise wie eine Contractur zu behandeln; man hat also den Antagonisten mit einem seiner Erregbarkeit angemessenen Strom zu faradisiren. Hierdurch wird man in den meisten Fällen für die Dauer mehr erreichen, als wenn man den im Krampf begriffenen nicht selten hypertrophirten Muskel durch Anwendung Voltaischer Alternativen oder durch einzelne Inductionsschläge oder endlich auch durch schwellende Inductionsströme zu erschlaffen sucht.

b. Bei klonischen localen Krämpfen, die in einer Reihe einzelner Convulsionen bestehen, ist nach der Ansicht aller Therapeuten von allmählicher Kräftigung des Willenseinflusses durch methodische Uebungen am meisten zu erwarten. Um den Tonus der Muskeln zu erhöhen, ist deshalb auch hier die directe Faradisation der Muskeln ganz am Platze, und zwar hat man dabei nicht zu starke schnellschlägige Ströme anzuwenden.

Von den einzelnen Krämpfen will ich folgende anführen:

Krampf im Bereich des *N. facialis.* Der mimische Gesichtskrampf, der meist halbseitig, klonisch auftritt, zeigt oft eine grosse Hartnäckigkeit des Bestehens und ist um so schwerer heilbar, je länger er bereits bestanden hat. Am günstigsten für elektrische Behandlung sind die partiellen nach Neuralgieen zurückbleibenden, sowie die rheumatischen Facialiskrämpfe, welche als isolirte Erscheinungen in Folge von Erkältung des Gesichts auftreten. Oft ist in den von Krampf befallenen Muskeln die elektrische Contractilität und Sensibilität wie bei der Facialislähmung herabgesetzt und es erscheint daher auch am gerathensten, die Muskeln des Gesichts ganz wie gelähmte Muskeln mit schnellschlägigen Inductionsströmen oder mit labilen galvanischen Strömen zu behandeln.

Von Benedikt wird auch empfohlen die Galvanisation quer durch die *Proc. mastoidei* mit Anwendung Voltaischer Alternativen sowie auch die Galvanisation des Halstheils des *Sympathicus* und die galvanische Behandlung etwaiger schmerzhafter, reflexerregender Druckpunkte durch die stabil einwirkende Anode.

Stimmkrampf (Krampf im Bereich des *N. laryngeus inf.*) wurde zuerst von M. Meyer mit Erfolg durch elektrische Reizung des *N.*

laryngeus inf. behandelt. Es wurde der eine Stromgeber dem Verlauf des Nerven entsprechend an der innern Seite des *M. sternocleidomastoideus* in der Furche zwischen Luft- und Speiseröhre und der andere Stromgeber im Nacken angesetzt. Bei hysterischem Stimmkrampf leistet die cutane Faradisation des Halses sehr gute Dienste.

Krämpfe und Contracturen einzelner Muskelgruppen am Hals und Nacken sind häufig rheumatischer Natur und für die elektrische Behandlung sehr geeignet. Isolirte Muskelkrämpfe sind ziemlich selten und nach meinen Erfahrungen durch Faradisation leicht zu beseitigen.

Die Contractur folgt oder begleitet mitunter den Muskelrheumatismus und verschwindet bisweilen zugleich mit dem Schmerz schon nach einmaliger Anwendung der Elektricität. Es giebt viele sogenannte veraltete Rheumatismen, bei denen die Kranken sich allmählich gewöhnt haben, ihren Arm, die Hand oder den Fuss in einer ungewöhnlichen Lage zu halten. Hierdurch werden einzelne Muskeln atrophisch, andere verkürzen sich und es bilden sich Pseudoankylosen aus, wie dies auch vorkommt, wenn ein Glied längere Zeit in einem Verbande getragen wurde. Solche Zustände nun werden mit bestem Erfolg durch elektrische Reizung beseitigt und zwar ebenso gut durch den constanten Strom, wie durch musculäre oder cutane Faradisation. Es sind dies die Fälle von Contracturen, von denen Remak sagte, es gehöre ihre Lösung durch einmalige Behandlung mit dem galvanischen Strom zu den täglichen Vorkommnissen. Doch auch in Fällen von wirklicher rheumatischer Contractur vermag die Anwendung des elektrischen Stromes grosse Dienste zu leisten, wie z. B. aus folgendem Fall zu ersehen ist.

1. Der Strohhutfabrikant W. hatte sich durch Erkältung in Zugluft einen Rheumatismus der Halsmuskeln zugezogen, wodurch er gezwungen wurde den Kopf stark nach rechts, vorn und unten zu drehen. Anfangs vermochte der Kranke den Kopf, allerdings mit Schmerzen und Unterstützung der Hand in die richtige Stellung zu bringen, doch gelang dies später nicht mehr. Trotz Dampfbädern, Umschlägen, Einreibungen, Blutentziehungen u. s. w. blieb der Zustand derselbe. 4 Monate nach dem ersten Auftreten des Leidens wandte sich der Kranke an mich. Ich fand einen ausgebildeten rheumatischen *Torticollis*, das Kinn berührte fast das rechte Schlüsselbein, der linke *Sternocleidomastoideus* war sehr gespannt deutlich durch die Haut zu sehen und zu fühlen. Der Kranke vermochte durch Nachhelfen mit der Hand den Kopf etwas nach hinten zu bewegen, jedoch nicht nach links. Passive Bewegungen machten ausserordentlichen Schmerz. Elektromusculäre Contractilität und Sensibilität waren etwas verringert. Zuerst nahm ich eine elektrocutane Reizung des Halses vor, die heftigen Schmerz

veranlasste, aber sofort von freieren Bewegungen des Kopfes gefolgt war, die sich einige Stunden erhielten. Am folgenden Tage nahm ich in der zweiten Sitzung wieder die cutane Reizung vor, faradisirte aber zugleich den *M. splenius capitis* der linken Seite und das obere Drittheil des *M. sternocleidomastoideus*, wodurch der Kopf gerade und sogar etwas nach links gerichtet wurde. Die Bewegungen blieben jetzt freier und nach der 10. Sitzung war und blieb der Kranke geheilt.

Die Behandlung der chronischen Contractur gewisser Muskeln des Halses und der Schultern, welche noch nicht in vollständiger Retraction sind, gelingt sehr gut, wenn man die Antagonisten durch schnellschlägige Inductionsströme in eine künstliche Contractur bringt und so der pathologischen Contractur eine künstliche entgegensetzt und dadurch die Deformität zum Verschwinden bringt. Es kann hierbei die Wirkung des Antagonisten mit der eines orthopädischen Apparates verglichen werden, doch ist sie noch weit sicherer, als diese.

2. Duchenne machte den ersten Versuch dieser Behandlung bei einem Mädchen, Aglaé Prude, die eine Contractur des *Rhomboideus* und *Levator anguli scapulae* hatte. (Ihre Krankengeschichte und die Schwierigkeit bei der Diagnose ist früher auf Seite 144 berichtet worden.) Duchenne wollte den untern



Fig. 70. (Vor der Behandlung.)



Fig. 71. (Nach der Behandlung.)

Schulterblattwinkel in gleiches Niveau mit dem der gesunden Seite bringen, faradisirte daher den Antagonisten des *Rhomboideus* (den *M. serratus anticus major*) und bald nahm das Schulterblatt seine normale Stellung an. Die Geschwulst verschwand und man fühlte keine Härte mehr. Die Sitzung dauerte 10 Minuten.

Sobald der Strom unterbrochen wurde, entstand die Deformität wieder. Die Faradisation des *Serratus* durch langsame Schläge wurde einen Monat lang ohne das geringste dauernde Resultat fortgesetzt. Bisher war der Strom nur sehr langsam gehend gewesen; von jetzt an wurde ein schnellschlägiger Strom angewandt. Diese Operation war sehr schmerzhaft, dauerte aber nur fünf Minuten und es zeigte sich jetzt eine merkliche Besserung. Der untere Schulterblattwinkel, der in seine normale Stellung zurückgebracht wurde, stieg weniger rasch zurück und blieb ungefähr 2 Centimeter tiefer stehen, als vorher. Diese Besserung hatte sich bis zum andern Tage erhalten und nach einer neuen längern Reizung mit einem äusserst schnellschlägigen und starken Strome stieg der Schulterblattwinkel noch um ein halbes Centimeter herab. So ging die Heilung schnell vorwärts und man sieht in Fig. 71 die Stellung der Schultern bei Aglaé Prude normal; es hat sich die Heilung vollständig erhalten.



Fig. 72.

3. Ein ebenfalls schon früher erwähnter Fall mag als weiterer Beleg dieser trefflichen Behandlungsart dienen. Man sieht in Fig. 72 den betreffenden Torticollis. Die fehlerhafte Stellung des Kopfes und die Unmöglichkeit, ihn von links nach rechts zu drehen, war bedingt durch eine Contractur der Clavicularportion des *Trapezius*, den man als sehnigen Strang unter der Haut fühlte. Duchenne suchte den Antagonisten des contrahirten Muskels durch einen schnellschlägigen Strom in künstliche Contractur zu bringen, und zwar war dies das Clavicularbündel des gesunden *Trapezius*, nicht der *Sternocleidomastoideus*. Sofort drehte sich der Kopf bedeutend von links nach rechts. Die normale Stellung des Kopfes bestand zwar nicht nach der ersten Sitzung, wurde jedoch nach öfterer Reizung erreicht. Natürlich war hierzu längere Zeit nöthig, da durch das lange Schiefstehen des Kopfes auch die Wirbelkörper eine falsche Stellung angenommen hatten.

4. Einen ganz ähnlichen Fall theilt Debout mit (*Gazette des Hôpit.* Nr. 146. 1856). Eine plötzlich ohne bekannte Ursache auftretende krampfhafte Zusammenziehung der Halsmuskeln war vorangegangen, die in Pausen von 5 Minuten wiederkehrte und den Kranken arbeitsunfähig machte, indem das Gesicht fast fortwährend nach rechts gedreht wurde. Dieser intermittirende Torticollis hörte im Schlafe auf, wurde auch durch Morphium etwas gebessert, was jedoch nicht lange dauerte. Die Affection bestand hartnäckig 9 Monate und wandelte sich plötzlich in einen dauernden Torticollis um. Debout fand den Kopf stark nach rechts gedreht, das Kinn über der rechten Schulter. Der linke *Sternomastoideus* trat stark hervor. Der Kranke konnte mit der Hand den Kopf in die richtige Lage bringen, doch war das längere Festhalten desselben schmerz-

haft. — Die Faradisation des linken *Splenius* und des oberen Drittheils des rechten *Sternomastoideus* brachten den Kopf in die entgegengesetzte Stellung (das Kinn über der linken Schulter). Nach 15 Sitzungen verschwand die Deformität stundenweise und allmählich ganz, so dass der Kranke den Kopf gar nicht mehr in die frühere fehlerhafte Stellung zurückbringen konnte.

Krampf des Zwerchfells wurde zuerst von DUCHENNE bei Versuchen an Thieren beobachtet, bei denen er durch andauernde Faradisation der *Phrenici* eine Contractur des Zwerchfells hervorrief. Die von ihm angegebenen Symptome der Krankheit sind später auch von Dr. VALETTE am Menschen beobachtet worden.

Im Augenblick wo sich das Zwerchfell zusammenzieht, erweitert sich besonders der untere Querdurchmesser des Thorax; Epigastrium und Hypochondrien heben sich, der Kranke versucht vergebens die Basis des Thorax zu verengen und die Lungen von unten nach oben zu drängen, indem er energisch die Bauchmuskeln contrahirt. Durch diese Anstrengungen treten die Eingeweide in die Hypochondrien und der Querdurchmesser der untern Brusthälfte wird dadurch noch grösser.

Da nun auf diese Weise die Respiration nur mit der obern Brusthälfte möglich ist, so sucht der Kranke diese mit aller Energie zu erweitern; der Kopf beugt sich zurück, die Schultern heben sich: die Halsmuskeln contrahiren sich stark und erschlaffen rasch wieder. Es entsteht dadurch ein kurzes rasches Athmen, welches gewöhnlich schon nach einigen Minuten tödtlich endet.

Zur Rettung solcher Kranken empfiehlt DUCHENNE die elektrocutane Faradisation. Es ist dabei ein sehr starker schnellschlägiger Strom anzuwenden und sind die metallischen Pinsel in der Magengrube und unterhalb der Brustwarzen auf und ab zu bewegen.

Klonische Krämpfe des Zwerchfells bewirken die als *Singultus*, Schlucken bekannten Erscheinungen. Die elektrische Behandlung des *Singultus* sowohl durch Galvanisation oder Faradisation der *Phrenici* als auch durch elektrocutane Reizung der Herzgrube hat glänzende Erfolge gehabt.

Von den Krämpfen der Muskeln der obern Extremitäten kommen am meisten die Formen zur Behandlung, welche DUCHENNE als Functionsspasmen und BENEDIKT als coordinatorische Beschäftigungsneurosen bezeichnet hat. Sie treten auf in spastischer, tremorartiger und paralytischer Form beim Schreiben (Schreibekrampf), Violinspielen, Clavierspielen, Nähen, Zeichnen und allen ähnlichen Beschäftigungen und sind in der Regel durch Ueberanstrengung und Uebermüdung veranlasst. Ist diese einmal eingetreten, so suchen die Kranken eine andere, gewöhnlich unnatürliche Haltung

der Hand und der Finger bei der betreffenden Beschäftigung anzunehmen und es werden dadurch wieder einzelne andere Muskeln zu unverhältnissmässiger Thätigkeit angestrengt, die nicht selten auch in diesen Krampfzustände bedingt. Selbst choreaartige Bewegungen des Armes sind dabei von mir beobachtet worden. Es sind jedoch diese Beschäftigungsneurosen nur in den seltensten Fällen rein peripherischer Natur und darum hat auch die peripherische Behandlung derselben nicht sehr glänzende Erfolge.

Am günstigsten scheinen die paralytischen Formen, bei denen kein Krampf und Zittern der Muskeln vorher gegangen ist. Bei diesen leistet die Faradisation der Muskeln, welche die Hand und die Finger bewegen, gute Dienste und auch die elektrocutane Geisselung ist gerühmt worden. Je nach dem einzelnen Fall sind die Extensoren oder die Flexoren zu berücksichtigen. Ebenso hat die galvanische Behandlung, wobei die Anode im Nacken, auf etwa vorhandene schmerzhafte Druckpunkte der Wirbelsäule, die Kathode am Handgelenk aufzusetzen ist, günstige Erfolge aufzuweisen und endlich ist die centrale Behandlung längs und quer durch den Kopf versucht und gerühmt worden. Dabei sind schwache Ströme anzuwenden und ist die Cur 2—3 mal wöchentlich monatelang fortzusetzen.

Während der Cur ist das Schreiben u. s. w. mit der rechten Hand gänzlich zu vermeiden und haben viele meiner Kranken links schreiben gelernt, was bei einiger Ausdauer ganz gut gelingt.

Krämpfe an den Muskeln der untern Extremitäten bedingen häufig durch Contractur einzelner Muskeln Deformitäten, deren Zustandekommen Duchenne eingehend erörtert hat.

Bei den unter dem Namen Tetanie bekannten paroxysmenweise auftretenden tonischen Krämpfen bestimmter Muskelgruppen, die meist rheumatischer Natur zu sein scheinen, hat Erb[1]) bestimmte Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit nachgewiesen. Er fand: Steigerung der faradischen und galvanischen Erregbarkeit in sämmtlichen motorischen Nerven des Rumpfes, nicht aber in den Verzweigungen des Facialis. Dabei konnte ein deutlicher Parallelismus zwischen dem Auftreten des Krampfes und der Steigerung der elektrischen Erregbarkeit nachgewiesen werden, so dass ein enger Zusammenhang beider Erscheinungsreihen zu bestehen scheint.

---

[1]) Zur Lehre von der Tetanie. Arch. f. Psychiatrie IV. 1873.

II. Neurosen.

1. Allgemeine und vasomotorische Neurosen.

Die Erfahrungen über die elektrische Behandlung der Epilepsie, Eclampsie, Katalepsie, des Tetanus, Tremor u. s. w. sind noch zu gering, um bereits ein sicheres Urtheil über den Werth derselben abgeben zu können. Bei allen diesen Krankheiten hoffte man Grosses besonders von der Galvanisation der Centralorgane des Nervensystems, und es ist nicht zu leugnen, dass dadurch einzelne günstige Erfolge — wenn auch nur Besserungen, selten vollständige Heilungen erzielt worden sind.

Der galvanische Strom ist bei der Behandlung dieser Krankheitsformen in der Regel im Nacken anzuwenden, um möglichst auf den wahrscheinlichen Krankheitsherd, auf die *Medulla oblongata* und den *Pons* einzuwirken. Ausserdem ist die Galvanisation des *Sympathicus* oder des Rückenmarks mit stabilen Strömen vorzunehmen, oder endlich die Durchleitung von Strömen quer und längs durch den Schädel mit Vorsicht zu versuchen.

Bestimmtere Erfahrungen hat man über die Elektrotherapie der Chorea und der Basedow'schen Krankheit, über die wir eine kurze Mittheilung geben, während andere günstige Erfahrungen von vielleicht hierher gehörigen vasomotorischen Neurosen bereits an andern Stellen besprochen worden sind.

1. Chorea.

Wir verstehen unter Chorea eine Neurose, deren Sitz, wie es scheint, bald das Gehirn allein, bald das gesammte Nervensystem sein kann; welche sich charakterisirt durch unablässige, theils spontan eintretende, theils durch Willensimpulse angeregte uncoordinirte Zuckungen von Muskelgruppen, die fast ausschliesslich im wachen Zustande bestehen und von einer mehr oder weniger stark entwickelten psychischen Störung begleitet werden (Ziemssen).

Gegen diese eigenthümlichen Krämpfe ist die Elektricität seit langer Zeit in der verschiedensten Weise angewendet worden und es hat sowohl die periphere faradische als auch die centrale galvanische Behandlung, ja selbst die Entladung der Reibungselektrisirmaschine zweifellos günstige Erfolge aufzuweisen.

Bei der Untersuchung der Muskeln durch den faradischen Strom erscheint bei Chorea die elektromusculäre Sensibilität

und Contractilität normal, in veralteten Fällen sogar etwas verringert. Die galvanische Erregbarkeit der Nerven fanden ROSENTHAL und BENEDIKT hochgradig gesteigert.

Die Faradisation der, choreatische Bewegungen zeigenden, Muskeln vermag die Willensherrschaft entschieden zu kräftigen und habe ich nie schädliche Wirkungen davon gesehen.

M. MEYER empfiehlt als besonders wirksames Verfahren die Schläge einer aus etwa 30 Elementen bestehenden Batterie (etwa 30—40 in einer Sitzung).

Die galvanische Behandlung des Gehirns, des Rückenmarks und des *Sympathicus* nach den öfters angeführten Methoden wird von verschiedenen Beobachtern gerühmt. Etwa vorhandene schmerzhafte Druckpunkte der Wirbelsäule sind nach M. MEYER einer directen Behandlung mit schwachen galvanischen Strömen zu behandeln. Es sind durch alle diese Behandlungsarten günstige Erfolge erzielt worden. Jedoch auch an Misserfolgen fehlt es nicht.

2. Basedow'sche Krankheit.

Wenn wir auch nicht im Stande sind, den Symptomencomplex, welcher die Basedow'sche Krankheit bildet, also das verstärkte Herzklopfen mit Pulsbeschleunigung, die Anschwellung der Schilddrüse und den Exophthalmus sicher aus einer primären Erkrankung des *Sympathicus* abzuleiten, so sprechen doch sehr für diese Annahme die entschieden günstigen Wirkungen, welche von der Galvanisation des Halssympathicus bei dieser Krankheit beobachtet worden sind.

v. DUSCH und EULENBURG constatirten schon nach kurzer Galvanisation wesentliche Verminderung der Stärke und Frequenz der Herzthätigkeit. Bei beständiger Abnahme der Spannung der Arterien sank die Pulsfrequenz von 168—130 auf 84—70.

CHVOSTEK und M. MEYER beobachteten aber besonders einen sehr günstigen Einfluss der Galvanisation auf die Rückbildung des Exophthalmus und der Struma und rühmt M. MEYER[1]) namentlich den auffallend günstigen Einfluss des angewandten Verfahrens auf die Verbesserung der Blutbereitung. Das Allgemeinbefinden wurde ein gutes, die Gesichtsfarbe frischer und die (in einem Fall vier Jahre fehlende) Menstruation wieder hervorgerufen.

---

[1]) Berl. klin. Wochenschr. 1872. Nr. 39.

Bei der Behandlung sind beide *Sympathici* zu galvanisiren und zwar entweder abwechselnd oder gleichzeitig mittels einer getheilten Elektrode, so dass beiderseits die Kathode über den Halsganglien des *Sympathicus* steht. M. Meyer setzte den einen Pol (am besten die Kathode) auf die Submaxillargegend und die Anode auf das geschlossene Auge oder auf die Struma der entsprechenden Seite. Es sind 8 — 10 Elemente 2 — 3 Minuten lang täglich anzuwenden und 10 — 20 Sitzungen zu versuchen.

Die herabstimmende Wirkung des constanten galvanischen Stromes auf krankhaft erregten Herzimpuls benutzte Flies, davon ausgehend, dass die Vagusfasern des Herzens eine antagonistische Thätigkeit gegen die Sympathicusfasern desselben ausüben, also eine hemmende Wirkung auf die Herzbewegung haben. Er reizte den *N. vagus* am innern Rande des *Sternomastoideus* mit dem constanten Strom (die Ströme sollen mässiges Brennen erregen und 1 — 2 Minuten dauern). Nur ausnahmsweise bewirkte der absteigende Strom nach Oeffnung der Kette eine objectiv wahrnehmbare Verlangsamung oder Schwächung des abnorm erhöhten Herzimpulses, niemals beim Kettenschluss (abweichend von Bezold) oder während der geschlossenen Kette. Der Kranke empfindet kurze Zeit nach Oeffnung der Kette Erleichterung; nach mehreren Sitzungen bemerkt er dauerndes Wohlbefinden, selbst in Fällen von organischen Herzfehlern. Auch eine objectiv wahrnehmbare Verringerung der Intensität (Frequenz) des Herzschlags und der Geräusche tritt nach mehreren Sitzungen ein.

Auch Respirationshindernisse sollen durch Flies's Methode beseitigt werden; doch ist es fraglich, ob diese Wirkung auf den *Vagus (N. laryngeus sup.* und *inf.)* oder auf den *N. phrenicus* zu beziehen sei, der doch auch von einer Stromescurve getroffen wird.

Flies citirt 19 Fälle (5 mit organischen Herzfehlern), bei denen Besserung erzielt wurde.

2. Neurosen der sensiblen Nerven.

a. Anomalieen der Sensibilität der Haut und der Muskeln.

Die Erhöhung der Sensibilität der Haut, **Hyperästhesie der Haut,** die nicht von einem entzündlichen Zustand herrührt, ist bald Symptom einer centralen Störung, bald kann man sie nur aus einem pathologischen Zustand der Nervenenden erklären und ist dieselbe als eine Begleiterscheinung mancher Neuralgieen zu betrachten. Die cutane

Faradisation kann bei verschiedenen Hyperästhesieen mit bestem Erfolg und vorzüglich bei der Hyperästhesie hysterischer Frauen angewendet werden. Man macht entweder bei trockner Haut eine energische elektrische Geisselung oder streicht mit den vollen metallischen Excitatoren auf der schmerzhaften Stelle hin. Der Strom muss sehr schnellschlägig und die Stärke desselben der Reizbarkeit des Subjects angemessen sein. Die Operation kann 2—5 Minuten dauern. Die Haut ist nach dieser Procedur in den meisten Fällen beim Reiben nicht mehr empfindlich und die Kranken geben ein Eingeschlafensein und Wohlbefinden an den gegeisselten bis dahin schmerzhaften Stellen an. In manchen Fällen erscheint die Hyperästhesie nicht wieder, häufig aber kehrt sie auch einige Stunden nach der Operation zurück, ist jedoch dann erträglicher und heilt bald in einigen Sitzungen; in noch anderen Fällen trotzt sie der Behandlung. Bei frischen Fällen scheint ein günstigeres Resultat erzielt werden zu können, als bei veralteten Fällen.

Anästhesie der Haut. Dasselbe Mittel, welches mit Erfolg die Hyperästhesie beseitigt, kann der Haut ihre normale Sensibilität wiedergeben, wenn dieselbe gleichzeitig oder in Folge von Neuralgieen verringert oder verschwunden war; die Erfahrung hat gezeigt, dass eine energische cutane Faradisation diese Anästhesieen in den meisten Fällen beseitigt.

Die Faradisation durch die elektrische Hand hat nur im Gesicht einen merklichen therapeutischen Einfluss und genügt hier im Allgemeinen zur Heilung der Anästhesie, wiewohl es auch im Gesicht so hartnäckige Anästhesieen giebt, dass die elektrische Moxe nöthig wird.

Am Hals, Rumpf und den Gliedern muss man die bürstenartigen Excitatoren anwenden und dabei den stärksten und rapidesten Strom wirken lassen. Man hält die Drahtbüschel so lange auf einer Stelle, bis sich Röthe zeigt. Gewöhnlich zeigt sich die Wirkung unmittelbar nachher und der Kranke hat an der gereizten Stelle ein Kitzeln, das bald zum unerträglichen Brennen wird. Jetzt kann man die vollen metallischen Excitatoren anwenden und auf den schon faradisirten Stellen umherführen. Dabei wird man natürlich die Stärke des Stroms nach Verhältniss der zunehmenden Sensibilität abschwächen. In gleicher Weise kann auch die Galvanisation der Haut durch labile Einwirkung der Kathode angewendet werden, während die Anode auf einer indifferenten Stelle aufgesetzt wird. Beide Elektroden sind ebenso wie die Haut stark zu befeuchten und sind beträchtliche Stromstärken 2—3 Minuten lang anzuwenden.

Bei den Anästhesieen der Haut ist die heilsame Wirkung der elektrischen Reizung fast immer nur genau auf die Punkte beschränkt, die mit den Elektroden in Berührung gewesen sind und man muss daher meist alle einzelnen ihrer Sensibilität beraubten Stellen faradisiren, um die Anästhesie ganz zum Verschwinden zu bringen. Die durch die Faradisation wieder hergestellte Sensibilität der Haut kann durch eine neue krankhafte Ursache wieder verschwinden, z. B. durch einen hysterischen Anfall. Doch sind diese Rückfälle um so seltener, je öfter die Faradisation der Haut vorher vorgenommen worden ist.

Die cutane Anästhesie verursacht keine erheblichen Störungen, ausser wenn sie ihren Sitz an den Händen oder Füssen hat; an andern Körpertheilen wird sie oft kaum bemerkt. Wenn die Hand ihrer Sensibilität beraubt ist, so kann man sich ihrer nur mit Hülfe des Gesichts bedienen und sie ist auch dann noch sehr ungeschickt. Die Anästhesie der Fusssohle kann das Gehen und das Stehen im Finstern unmöglich machen, denn wenn die Kranken den Boden nicht sehen, wohin sie den Fuss setzen wollen, so wagen sie durchaus nicht aufzutreten. Die Faradisation zeigt sich in diesen Fällen ausserordentlich wirksam und durch cutane Reizung mit dem elektrischen Pinsel bringt man in kürzester Zeit die hartnäckigsten Anästhesieen zum Verschwinden.

Nothnagel[1]) beschrieb eine Neurose, bei der der Arterienkrampf als primäres Moment allen Erscheinungen zu Grunde liegt und auch die vorhandenen Sensibilitätsstörungen bedingt.

Die Erscheinungen sind: Schmerzen, Gefühl von Erstarrung und Kriebeln in den Händen und Vorderarmen. Abnahme der Sensibilität, Erblassen der Finger, Temperaturabnahme. Kälte steigert, Wärme mildert die Erscheinungen. Die meisten Kranken datiren ihr Leiden von Einwirkung der Kälte, kaltem Waschen, wonach sich dasselbe langsam entwickelte.

Die Hände werden am meisten befallen und zwar öfter der Handrücken und die Finger ohne Rücksicht auf die Verbreitungsbezirke einzelner Nerven. Die Kranken klagen über ein Gefühl von Pelzigsein, Verstarrung, Abgestorbensein, Ameisenkriechen, ja selbst reissende Schmerzen, unangenehme Kälte und Störung des Tastsinns. Dabei zeigt sich verringerter Temperatursinn, verminderte elektrische Sensibilität. Die Motilität ist weniger gestört. Grobe Arbeiten können gut verrichtet werden, feinere Handarbeiten gelingen wegen der Steifigkeit der Finger nicht so gut.

---

[1]) Zur Lehre von den vasomotorischen Neurosen. Deutsch. Arch. f. kl. M. B. II.

Die Hände sind besonders früh ganz blass, weiss und wenn die eine Hand stärker afficirt ist, als die andere, so zeigen sich Differenzen von $^{1}/_{2}$—2 ° C. (bei genauer Messung). Die Krankheit macht Remissionen und Exacerbationen, besonders Nachts, wo die Kranken oft von Schmerzen aufwecken und dieselben durch Klopfen und Reiben der Hände mildern.

Die Blässe der Theile und die Abnahme der Temperatur lässt sich nur aus einem verringerten arteriellen Blutzufluss begreifen, der, wie aus dem Wechsel der Erscheinungen hervorgeht, nur ein Aterienkrampf sein kann. Dieser Krampf ist aber das Primäre, ist die Ursache aller übrigen Erscheinungen, die mit der Lösung des Krampfes schwinden.

Dass der Krampf seinen Sitz nur in den Hautarterien hat, geht daraus hervor, dass eine Differenz im Umfang der *Art. radial.* im Intervall und Anfall nicht nachzuweisen ist; ferner dadurch, dass allgemeine Stauungserscheinungen fehlen, welche ja eintreten müssten, wenn das ganze Stromgebiet eines grossen Arterienstammes verengt würde.

Die Dauer der Affection kann, sich selbst überlassen, eine jahrelange sein.

Die directe Einwirkung der Elektricität auf die vasomotorischen Nerven ist das vorzüglichste Heilmittel, besonders der constante Strom. 10—20 Elemente positiver Pol auf den *Plexus brachial.*, negativer in den Nacken 3—5 Minuten stabil. Dabei ist auch die cutane Faradisation anzuwenden und wurde in 6—20 Sitzungen immer Heilung erzielt.

Die Personen, welche nur die Hautsensibilität verloren haben, sind fühllos (analgesisch, anästhetisch), d. h. sie fühlen keinen Schmerz beim Stechen, Brennen oder der elektrischen Hautreizung. Aber sie fühlen das Drücken oder Kneipen ihrer Muskeln und die Schläge; sie sind sich der passiven Bewegungen und der Ausdehnung der willkürlichen Bewegungen bewusst und fühlen die Schwere und den Widerstand und es erleidet bei ihnen die Motilität keine Störung.

Wenn zu der cutanen Anästhesie der Verlust der Sensibilität der unter der Haut gelegenen Organe (Muskeln, Knochen, Nerven) kommt, so beobachtet man noch folgende Erscheinungen: Die heftigsten Schläge auf die Glieder werden vom Kranken nicht gefühlt; bei verbundenen Augen oder in der Dunkelheit ist er sich der Stellung oder Bewegung, die man dem Gliede giebt, nicht be-

wusst; die directe stärkste elektrische Reizung seiner Muskeln oder Nerven erzeugt keine Empfindung, obgleich sich die Muskeln dabei kräftig contrahiren.

Die Personen, deren Haut, Muskeln, Knochen und Nerven gegen äussere Reize vollkommen unempfindlich sind, führen die willkürlichen Bewegungen fast normal aus, wenn sie dieselben sehen können. (Es versteht sich, dass hier nicht die Rede ist von den mit Bewegungslähmungen complicirten Anästhesieen.) Wenn sie aber die Bewegungen nicht sehen, so zeigen sich verschiedene Störungen, die zwei Classen oder Grade der Muskelanästhesie bilden.

In der ersten Classe führen die am Sehen gehinderten Kranken die Bewegungen aus, aber sie verlieren das Bewusstsein der Ausdehnung dieser Bewegungen, der Schwere, des Widerstands u. s. w.; sie haben nicht mehr die Empfindung der Muskelthätigkeit, welche von dem Eindruck bedingt ist, den die Contraction auf die peripherischen Nerven macht.

In der zweiten Classe, die weit seltener ist, verlieren die Kranken, wenn sie am Sehen gehindert sind, das Vermögen, die geringste Bewegung auszuführen. Wenn man sie auffordert, eine Bewegung zu machen, so bleiben die Muskeln ruhig trotz aller Anstrengungen des Willens. Man beobachtet nur mitunter einige unwillkürliche, unregelmässige, kraftlose Bewegungen, andere als die beabsichtigten. Oeffnet man ihnen nach dem Versuch die Augen, so sind die Kranken sehr überrascht, ihr Glied nicht in der Stellung zu finden, in die sie es gebracht zu haben glauben. Wenn man dieselben Kranken auffordert, die Hand kräftig zu schliessen (ihre Muskelkraft ist normal, wenn sie sehen können), ihnen dann die Augen zuhält und sie nun die Hand schnell öffnen heisst, so bleibt sie geschlossen und nur erst nach einiger Zeit erschlaffen die Flexoren. Die Kranken sind dann überrascht, wenn sie die von ihnen selbst gewollte Bewegung nicht ausgeführt haben. Will man ihnen die Hand öffnen, so empfindet man bedeutenden Widerstand.

Localisirt man die elektrische Reizung in den anästhetischen Muskeln des Vorderarms und der Hand, so bekommen die Kranken nach einiger Zeit ihre Muskelsensibilität wieder, indem sie nicht blos während der elektrischen Reizung, sondern auch beim Schlag oder Druck auf die Muskeln Empfindungen angeben. Nach der Wiederherstellung der Muskelsensibilität können die Kranken auch bei geschlossenen Augen die Hand öffnen und schliessen, obgleich anfangs nur schwach.

Duchenne zieht aus diesen Beobachtungen folgende Schlussfolgerungen: Es scheint einen Sinn zu geben, der im Muskel seinen Sitz hat und der zur Vollbringung der willkürlichen Muskelcontraction dient; dieser ist es ohne Zweifel, der das Gehirn erregt und dann auf dieses reagirend, es bestimmt für die Wahl der Muskeln, deren Contraction er hervorbringen soll. Er schlägt vor, diesen Sinn Muskelbewusstsein zu nennen.

Man muss das Muskelbewusstsein nicht verwechseln mit der Empfindung der Schwere, des Widerstands u. s. w., die Bell Muskelsinn nannte und Gerdy noch richtiger Empfindung der Muskelthätigkeit. Diese ist das Resultat oder das Product der Muskelcontraction. Man muss auch die Muskelcontraction von der allgemeinen Muskelsensibilität unterscheiden, die durch den Schmerz charakterisirt ist, der von einer äussern Ursache herrührt, z. B. der elektrocutanen Reizung, dem Druck, der Quetschung u. s. w.

Das Muskelbewusstsein kann unabhängig bestehen von der Empfindung der Muskelthätigkeit. Es ist nicht nothwendig zur willkürlichen Contraction und zu deren Aufhören. Indess unterstützt der Gesichtssinn das Muskelbewusstsein und kann es ersetzen. Gleichzeitiger Verlust des Muskelbewusstseins und des Gesichtssinns bedingt nothwendig Lähmung der willkürlichen Bewegungen.

Muskelhyperästhesie ist eines der gewöhnlichsten Symptome der Hysterie, welches die Kranken sehr quält. Der Schmerz hat gewöhnlich in der linken Seite des Rumpfes, bald in der Gegend der Wirbelsäule, bald in der Rippengegend, bald im Epigastrium und andern Stellen der Bauchwand seinen Sitz, ist anhaltend und nimmt beim Druck und bei Bewegungen zu. Bisweilen ist die darüber liegende Haut unempfindlich und man kann sie kneipen und stechen, ohne dass es die Kranken fühlen.

Durch Anwendung der elektrocutanen Reizung an der schmerzhaften Stelle wird die Muskelhyperästhesie schnell zum Verschwinden gebracht, nachdem Sinapismen, Blasenpflaster und andere Hautreize, die sonst hier gute Dienste leisten, nicht genützt hatten. Wenn mit der Muskelhyperästhesie zugleich cutane Anästhesie vorhanden ist, so nützen gewöhnliche Hautreize nichts; sie bringen zwar Erythem oder Blasenbildung hervor, deren Wirkung die Kranken jedoch nicht empfinden. Eine schmerzhafte Erregung ist hier bedeutend wirksamer und nichts kann in diesem Fall die Kraft der elektrocutanen Reizung ersetzen, die einen heftigen Schmerz da hervorbringt, wo

das Brennen nicht gefühlt wurde und die Krankheit nicht hatte verscheuchen können. Gewöhnlich erfolgt schon nach der ersten Reizung eine Erleichterung und oft auch vollständige Heilung; mitunter dauert aber auch die Erleichterung nur einige Stunden und der Schmerz kehrt dann hartnäckig zurück.

Es giebt eine grosse Anzahl von schmerzhaften Affectionen, die nicht auf ein genau begrenztes Nervengebiet beschränkt sind, sondern sich von einem rheumatisch oder traumatisch gereizten Punkte aus auf ganze Körpertheile ausdehnen und nicht selten den Charakter einer Neuralgie annehmen. Es gehören hierher die Zahnschmerzen, Kopfschmerzen u. s. w., welche Affectionen sehr häufig rheumatischen Ursprungs sind, Schmerzen in der Ferse oder im Ballen der grossen Zehe (welche von dem schmerzhaften Plattfuss sehr verschieden sind). Es sind diese letztern Schmerzen oft so heftig, dass sie die Kranken zum Hinken zwingen. Da das Auftreten zu schmerzhaft ist, so gewöhnen sich die Kranken den Fuss in Varusstellung zu halten und bei längerm Bestehen der Krankheit werden dadurch secundäre Gelenkreizungen und Contracturen und Lähmungen einzelner Muskelgruppen bedingt. Es lässt sich im Allgemeinen nicht sagen, welche Art der Behandlung bei den hierhergehörigen Affectionen die zweckmässigste sei. Häufig thut eine energische Hautreizung (cutane Faradisation) treffliche Dienste, während diese in andern Fällen nicht ertragen wird. Schwache stabile galvanische Ströme dagegen oder auch sehr schwache Inductionsströme durch feuchte Stromgeber auf die schmerzhafte Stelle angewendet, habe ich in solchen Fällen immer als sehr nützlich befunden, da sie dem Kranken augenblicklich Erleichterung verschaffen.

Bei der sogenannten Arthralgie oder der meist hysterischen Gelenkneuralgie oder Gelenkneurose ist die cutane Faradisation oft von ausgezeichnetem Erfolg und ich will nur ein Beispiel davon anführen.

Frau Walther, 57 J., bekam einen acuten Gelenkrheumatismus, der erst nach drei Monaten der Behandlung wich. Die Kranke fühlte aber jetzt beim Gehen heftige Schmerzen im rechten Fussgelenk, die bis in die Hüfte heraufgingen. Trotz aller möglichen Behandlungsarten blieb dieser Zustand derselbe, die Kranke konnte den Fuss und den Unterschenkel nur mit Schmerz strecken. In diesem Zustande kam die Kranke zu mir; der rechte Fuss war fast vollkommen unbeweglich und die Ferse und besonders die Gegend unterm *Malleolus internus* äusserst schmerzhaft, aber nirgends Anschwellung oder entzündlicher Zustand vorhanden. Die cutane Faradisation wurde sogleich an der schmerzhaften Stelle drei Minuten lang angewandt. Die Operation war kaum vollendet, so konnte die Kranke den Fuss nach allen Richtungen bewegen, ohne den geringsten

Schmerz zu empfinden, was sie seit sieben Monaten nicht gekonnt hatte. Natürlich waren die Bewegungen steif wegen der langen Unbeweglichkeit, in der der Fuss wegen der Schmerzen hatte gehalten werden müssen. Der Schmerz war einige Stunden nach der Sitzung wiedergekommen, aber nur vorübergehend. Die Nacht war gut gewesen und die Kranke konnte den Fuss noch bewegen, und zwar besser als gestern. Nach der siebenten Sitzung war die Heilung vollendet.

Sehr oft sind die Gelenkrheumatismen der Schulter nur als Arthralgie anzusehen, die dann durch die cutane Faradisation mit dem Muskelschmerz verschwindet. Sehr wesentlich ist dabei, dass die Kranken gleich nach der Operation willkürliche Bewegungen ausführen können. Mit der Zeit entstehen bisweilen durch lange Unbeweglichkeit des Gliedes Pseudoankylosen und Contracturen. Dies ist nicht selten der Fall bei Kranken, die von einer Fractur, Luxation oder Contusion Wochen oder Monate lang ein Glied in einem festen Verband getragen haben. Die entstandenen Pseudoankylosen müssen durch gymnastische Manipulationen beseitigt werden, die aber meist erst anwendbar sind, wenn die Gelenkschmerzen durch labile faradische oder galvanische Ströme gehoben sind. Es wirkt dabei die Elektricität in überraschender Weise.

b. Neuralgieen.

Die eigentlichen **Neuralgieen**, bei denen die paroxysmenweise auftretenden Schmerzen auf bestimmte Nervenstämme und deren Verzweigungen localisirt sind, bilden für die elektrische Behandlung ein sehr dankbares Object.

Das elektrische Verhalten der sensiblen Nerven bei Neuralgieen ist im allgemeinen normal und scheinen etwa gefundene Veränderungen der Erregbarkeit auf die gleichzeitig vorhanden gewesene Anästhesie oder Hyperästhesie der Haut bezogen werden zu müssen.

Je nach der vorhandenen Reizbarkeit können nun bei Neuralgieen sehr verschiedene Methoden der Behandlung angewendet werden. Der Strom vermag die Erregbarkeit der Nerven herabzusetzen, krankhafte Reize von denselben zu entfernen, ihre Ernährung zu heben, Entzündungen zu beseitigen und ableitend zu wirken und kann sowohl der faradische als der galvanische Strom diesen Indicationen genügen. Deshalb ist folgende peripherische Behandlungsweise möglich: 1. ableitende Methode, 2. beruhigende Methode, 3. umstimmende Methode.

1. Ableitende Methode (nach Duchenne und M. Meyer) aus der Erfahrung hervorgegangen, dass ein heftiger, plötzlicher Schmerz auf irgend einem Punkt der Haut entwickelt, im Stande ist, manche Neuralgieen besonders des *N. ischiadicus* zu beseitigen. Gewiss giebt

es nun keinen bessern, tiefer eingreifenden Reiz, als die cutane Faradisation durch die elektrische Bürste. Das Glüheisen hat in der Plötzlichkeit seiner Wirkung Aehnlichkeit damit, aber es zerstört die Gewebe und kann nicht dem Grade der Reizbarkeit angemessen werden. Die cutane Faradisation dagegen kann, da sie das Gewebe nicht zerstört, oft wiederholt und überall selbst im Gesicht angebracht werden und ist in der Stärke ihrer Wirkung immer dieselbe.

Bei den meisten Fällen von *Ischias* bemerkt man sogleich den Einfluss der elektrocutanen Reizung, wenn nur der Eindruck heftig und plötzlich ist. Man findet häufig Personen, bei denen der stärkste Strom nur eine schwache Empfindung erregt; bei diesen muss man ein sehr empfindliches Organ zur Reizung auswählen, z. B. nach den frühern Erfahrungen Ohrmuschel, Nasenscheidewand, und bringt man dadurch oft den Schmerz sofort zum Verschwinden.

Im Allgemeinen scheint es am dienlichsten zu sein, gerade die schmerzhafte Stelle zu reizen, und zwar durch trockne Excitatoren (Bürste, Olive, Spitze), die auf der trocknen Haut hin und her bewegt oder in Form der Moxe fixirt werden. Beginnt man die elektrische Geisselung, so sieht man, wie sich die Nervenpapillen heben und die sogenannte Gänsehaut erscheint. Bei empfindlichen Personen geschieht dies sogar im Handteller und an der Fusssohle. An Stellen, wo die Epidermis sehr dünn ist, zeigt sich häufig einige Minuten nach der Operation ein über die gegeisselte Stelle verbreitetes Erythem, was nach einigen Stunden wieder verschwindet. Die Operation wird gewöhnlich nur einige Secunden ertragen und es genügt dies auch, denn sowie man mit der Geisselung aufhört, ist gewöhnlich auch die Neuralgie verschwunden, was die Kranken, die sich von ihren Leiden befreit sehen, sehr angenehm überrascht. Selten genügt jedoch eine einzige Sitzung zur vollständigen Heilung, da der Schmerz meist einige Zeit nach der elektrischen Geisselung wiederkehrt, wenn auch nicht so heftig als vorher. Die Wirkung auf den Schlaf, das Gehen und das Allgemeinbefinden sind fast immer sehr günstig. Nach 8—10 Sitzungen heilen in der Regel selbst die hartnäckigsten Fälle, bei denen vorher Blasenpflaster, Moxen, Dampfbäder u. s. w. ohne Erfolg angewandt worden waren. In andern Fällen jedoch ist die Wirkung der Faradisation nicht so günstig und schnell, ohne dass man einen Grund dafür angeben kann.

Duchenne empfahl zuerst die cutane Faradisation als wichtiges Palliativmittel bei der Neuralgie des *Pneumogastricus*, der sogenannten *Angina pectoris*.

Er erwähnt zwei Fälle, bei denen diese toddrohenden Anfälle durch die elektrocutane Reizung sistirt wurden. Hauptsymptome waren: brennender Schmerz unter dem Brustbein mit dem Gefühl von Druck und Einschnürung, das die Kranken in die höchste Angst und Beklemmung versetzte; Schmerz im Arm im Verlauf des *N. radialis*, Eingeschlafensein und Schwäche der Hand. Die Anfälle entstanden durch Bewegungen und Gemüthsaffectionen und hinterliessen keine Störung. Auscultation und Percussion liessen keine Krankheit des Herzens oder der Aorta erkennen, der man diese Anfälle hätte zuschreiben können. Keine Contractur des Zwerchfells, kein Asthma. Duchenne rief einen Anfall hervor, indem er den Kranken gehen liess. Er setzte nun auf die Brustwarzen zwei metallische Excitatoren und liess einen sehr starken, schnellschlägigen Strom einwirken. Dadurch entstand ein furchtbarer Schmerz, der aber zugleich den Schmerz der *Angina* vertrieb: das Eingeschlafensein im Arm war verschwunden, die Respiration ruhig und der Kranke befand sich plötzlich im Normalzustand. — Der Versuch wurde wiederholt, doch waren jetzt schon mehrere Minuten lang angestrengte Bewegungen nöthig, um einen Anfall hervorzurufen, während vorher schon eine leichte Bewegung einen solchen erzeugte. Es wurde jetzt nur die schmerzhafte Stelle gereizt und sogleich verschwanden alle die Symptome der Krankheit. Der Versuch wurde noch einigemal mit gleich günstigem Erfolg wiederholt. Die Schwierigkeit einen Anfall hervorzurufen, wurde immer grösser und nach zweiwöchentlicher Behandlung blieben die Anfälle von *Angina pectoris* trotz anstrengender Arbeit für immer verschwunden.

Gerade die plötzliche, energisch eingreifende Wirkung der elektrocutanen Reizung scheint bei diesen Neurosen die Heilung zu bewirken, und zwar um so sicherer, je öfter die Anfälle in ihrem Verlauf unterbrochen werden.

Von Hübner, Cordes u. a. wendeten auch die Galvanisation des *Sympathicus* mit Vortheil gegen *Angina pectoris* an.

2. Beruhigende Methode. Da wir in den meisten Fällen über die Ursache und den Sitz der Neuralgien im Unklaren sind, so erscheint die Behandlung, welche zunächst wenigstens momentan die Schmerzen beseitigt, als die empfehlenswertheste. Erfahrungsgemäss leistet nun die elektrische Behandlung der schmerzhaften Stellen gute Dienste und zwar kann man anwenden:

a) Die Durchleitung eines schwachen kaum fühlbaren secundären Inductionsstromes (1—2 Minuten lang) durch den schmerzhaften Nerven mit feuchten Elektroden oder auch die „elektrische Hand“;
b) Die Durchleitung eines schwachen galvanischen Stromes (2—6 Elemente, 1—2 Minuten lang) durch den Nerven, wobei die Anode stabil auf die am meisten schmerzhafte Stelle, die Kathode auf den nächstliegenden Plexus aufzusetzen ist.

Dieses milde Verfahren ist bei reizbaren Kranken ausserordentlich wohlthätig und wird von mir insbesondere bei Trigeminusneuralgie

und Hemicranie angewendet. Intelligente Kranke können auch bei Wiederkehr der Schmerzen die Behandlung selbst täglich mehrmals ausführen.

3. Umstimmende Methode. Bei veralteten Neuralgieen, welche nach Beseitigung entzündlicher Erscheinungen besonders in den Nerven der Extremitäten zurückbleiben, z. B. bei Brachialneuralgie und Ischias, ist die umstimmende Methode als empfehlenswerth zu bezeichnen. Man wendet an: a. Durchleitung eines anfangs schwach beginnenden, dann (soweit es der Kranke ertragen kann) anschwellenden secundären Inductionsstromes durch den Nerven mittels feuchter Elektroden 2—3 Minuten lang, stabil oder auch labil in der Richtung des Nerven abwärts streichend; b. Durchleitung eines ebenfalls schwellenden galvanischen Stromes 1—2 Minuten lang durch den Nerven, wobei die Anode auf den nächsten Plexus aufzusetzen ist, während die Kathode stabil auf einzelne besonders schmerzhafte Stellen des Nervenstammes einwirkt. Man kann aber auch z. B. bei Ischias den ganzen Verlauf des Nerven vom Kreuz herab bis zum Fuss der labilen Einwirkung der Kathode unterwerfen, ohne die Elektroden vom Körper abzuheben. Dabei wird zugleich am leichtesten das Gefühl von Steifigkeit und Schwere im Bein beseitigt, welches nach den Schmerzanfällen häufig zurückbleibt.

Ausser der peripheren Behandlung der Neuralgieen ist auch besonders von Benedikt die centrale Behandlung empfohlen worden, namentlich bei excentrischen Neuralgieen, die selten auf einen bestimmten Nerven beschränkt sind und hat diese Methode gute Erfolge gehabt. Die centrale Behandlung besteht entweder in der Galvanisation des *Sympathicus* — und zwar aufsteigend bei Affectionen der obern Extremitäten und absteigend bei jenen der Beine — oder in Galvanisation der Wirbelsäule mit absteigenden Strömen, oder endlich in Anwendung schwacher galvanischer Ströme quer und längs durch den Schädel.

Nach M. Meyer's Erfahrungen sind bei der galvanischen Behandlung von Neurosen etwa vorhandene schmerzhafte Druckpunkte der Wirbelsäule (Apophysenpunkte) besonders zu berücksichtigen. Dieselben sind 5—10 Minuten lang bei mässig starken Strömen durch die Anode stabil zu behandeln, bis der Druckschmerz und damit gewöhnlich auch die Neuralgie beseitigt ist.

Alle die angeführten Behandlungsmethoden haben günstige und zum Theil glänzende Erfolge bei den verschiedensten Formen von Neuralgieen aufzuweisen und es ist unmöglich zu sagen, welche Methode

die beste sei. Rathsam ist es nach meinen Erfahrungen, in frischen Fällen bei reizbaren Kranken zuerst die milde beruhigende Methode anzuwenden; bleibt diese nach täglich oder auch mehrmals täglich wiederholter Anwendung wirkungslos, so mag die ableitende oder die umstimmende Methode gebraucht werden und wenn auch durch diese keine Heilung erzielt wird, kann die centrale Behandlung versucht werden. In keinem Falle aber darf nach der elektrischen Behandlung eine Verschlimmerung eintreten und würde eine solche für die Anwendung des Stromes eine Contraindication sein.

Als Begleiterscheinung oder in Folge von Neuralgieen, besonders von Ischias, beobachtet man nicht selten Muskellähmungen und Atrophieen, die nicht zu verwechseln sind mit der einfachen Muskelschwäche, welche durch längere Schonung der schmerzhaften Extremität bedingt ist. Oft genug treten diese Atrophieen sehr rasch ein auch in Fällen, in denen eigentlich entzündliche Erscheinungen, welche auf das Vorhandensein einer Neuritis deuten, nicht nachzuweisen waren, und es bleibt unklar, ob dieselben durch vasomotorische Störungen oder durch Lähmung besonderer trophischer Nerven zu Stande kommen.

Die elektrische Behandlung, besonders die Faradisation der, gewöhnlich verminderte Erregbarkeit zeigenden, Muskeln hat bei diesen Atrophieen glänzenden Erfolg und wird die erfrischende Wirkung des Stromes auf die welken Muskeln von den Kranken sehr wohlthätig empfunden.

3. Neurosen der Sinnesnerven.

a. Augenkrankheiten.

1. Augenmuskellähmungen. Die peripheren meist rheumatischen, traumatischen, sowie die diphtheritischen Augenmuskellähmungen können mit Vortheil einer methodischen elektrischen Behandlung unterzogen werden; aber auch bei centralen Affectionen, namentlich bei den Abducenslähmungen der Tabetiker, sind gute Erfolge erzielt worden.

Es ist zwar möglich, bei geöffnetem Auge die einzelnen Augenmuskeln direct durch eine feine Elektrode faradisch zu reizen, wie dies DUCHENNE empfiehlt; jedoch ist dieses Verfahren sehr schmerzhaft und mit unangenehmen Nebenreizungen verbunden. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass Heilung von Augenmuskellähmungen auch durch die Einwirkung von Stromschleifen zu Stande kommen kann,

welche gar keine sichtbaren Zuckungen in den Augenmuskeln auslösen und es ist von BENEDIKT[1]) nachgewiesen, dass es nicht die directe Reizung der gelähmten Muskeln, sondern die reflectorische Erregung vom *Trigeminus* aus ist, durch welche der therapeutische Erfolg zu Stande kommt.

Die von HITZIG entdeckte Thatsache, dass beim Durchleiten galvanischer Ströme durch den Kopf unwillkürliche und unbewusste Bewegungen der Augen eintreten, beweist jedenfalls, dass zur Erregung dieser Bewegungen keine starken Ströme nöthig sind.

Am zweckmässigsten erscheint es nun bei der galvanischen Behandlung von Augenmuskellähmungen die Anode im Nacken aufzusetzen und mit der Kathode in möglichster Nähe der gelähmten Muskeln labile Ströme (6—8 Elemente) 1—2 Minuten lang täglich einwirken zu lassen. Als centrale Behandlung bei intracraniell bedingten Lähmungen empfiehlt BENEDIKT ausserdem noch die Galvanisation des *Sympathicus*, die besonders auch bei *Mydriasis* eclatanten Erfolg hat.

Für die faradische Behandlung empfehle ich beide Elektroden bei geschlossenen Lidern je nach dem beabsichtigten Zwecke oben, unten, rechts oder links in der Augenhöhle auf den Bulbus aufzusetzen und den schwellenden Inductionsstrom 1—2 Minuten wirken zu lassen.

Besonders bei galvanischer Reizung zeigt sich meistens unmittelbar nach der Behandlung eine momentane Besserung, die in günstigen Fällen von Tag zu Tag zunimmt. Oft freilich ist eine Monate lange Behandlung nöthig.

Am leichtesten heilbar scheinen die Abducenslähmungen zu sein, die, gewöhnlich rheumatischer Natur, jedoch auch bei Tabetischen meist bald beseitigt werden; ebenso die nicht selten isolirt vorkommende *Ptosis*, die auch für die faradische Behandlung sehr geeignet ist.

2. Erkrankungen des Sehnerven hat BENEDIKT in einzelnen Fällen durch reflectorische Reizung, nämlich durch Galvanisation des *Sympathicus* behandelt.

Die Neuroretinitis kann nach BENEDIKT als Symptom vasomotorischer Störungen im Gehirn erscheinen und auf einer krankhaften Innervation des *Sympathicus* beruhen. Gelingt es, die Neurose des *Sympathicus* zu bekämpfen, so kann damit auch die symptomatische Neuroretinitis zum Verschwinden gebracht werden. Die von BENEDIKT mitgetheilten Erfolge bei ophthalmoskopisch constatirter

[1]) Archiv für Ophthalmologie. X. 1.

Neuroretinitis (und Sehnervenatrophie) sind in hohem Grade überraschend und der Beachtung der Augenärzte dringend zu empfehlen.

b. Erkrankungen des Gehörorgans.

Fälle von sogenannter „nervöser Schwerhörigkeit", wie solche nach Masern, Typhus, längerem Chiningebrauch und bei Hysterie vorkommen, sind schon von ältern Aerzten und später von Duchenne, mir u. a. durch faradische Behandlung des Gehörorgans gebessert und geheilt worden. Duchenne erklärte die erzielten Erfolge aus einer Erregung der *Chorda tympani* und der Contraction der Binnenmuskeln des Ohres und deren Folgen, eine Ansicht, die noch heute ihre Anhänger hat.

Durch die von Brenner angestellten fleissigen Untersuchungen und Beobachtungen über die Wirkung elektrischer Ströme auf das Gehörorgan im gesunden und kranken Zustande ist aber die Elektrootiatrik in „ein neues Stadium" getreten und haben jene älteren Beobachtungen nur noch einen relativen Werth, insofern sie beweisen, dass der Hörnerv überhaupt zu Heilzwecken mit Vortheil der elektrischen Reizung unterworfen werden kann.

Behufs der Elektrisirung des Gehörorgans füllt man bei seitlich geneigtem Kopfe den Gehörgang halb mit lauem Wasser an und taucht eine drahtförmige Elektrode oder den oben (S. 64) beschriebenen Ohrtrichter ein, während die andere Elektrode im Nacken applicirt wird. Es können nun sowohl faradische als galvanische Ströme angewendet werden, wenn es sich um Reizung des Gehörganges handelt, oder in Fällen, bei denen die resorbirende Wirkung des Stromes z. B. bei Trübungen des Trommelfells therapeutisch verwerthet werden soll.

Für die Reizung des Hörnerven aber ist nur der galvanische Strom geeignet, jedoch genügt dabei die sogenannte äussere Anordnung. Bei dieser wird (ohne den Gehörgang mit Wasser zu füllen) die eine grosse Elektrode unmittelbar vor dem Ohre auf den Tragus und die benachbarten Theile des Jochbogens und die andere Elektrode im Nacken aufgesetzt. Eine Stromstärke von 10—12 Elementen ist in den meisten Fällen zur Erzeugung von deutlichen Klangempfindungen ausreichend. Es giebt jedoch auch Fälle, bei denen keine galvanische Reaction des Hörnerven eintritt, ohne dass dafür eine genügende Erklärung gegeben werden kann.

Zur Abstufung der Stromstärke ist der Schlussschieber und bei feinern Untersuchungen ein in die Nebenleitung eingeschalteter Rheostat zu gebrauchen.

Die Schliessung und Oeffnung und die Wendung des Stromes ist nur im metallischen Stromwender vorzunehmen, da das Schliessen und Oeffnen durch Aufsetzen und Abheben der Elektroden ganz unzuverlässige Resultate ergiebt.

Wie wir oben sahen, reagirt nun der Hörnerv im gesunden Zustande in der von Brenner aufgestellten Normalformel, d.h. er beantwortet KaS, KaD und AnO mit Klangempfindung, während er bei KaO, AnS und AnD unerregt bleibt.

Abweichungen von dieser Formel, besonders das Auftreten von Klangempfindungen bei KaO, AnS und AnD und bei geringen Stromstärken, sind nach Brenner als krankhaft anzusehen.

Eine sehr häufig vorkommende Krankheit des Hörnerven ist die einfache Hyperästhesie desselben, welche gewöhnlich mit subjectiven Gehörsempfindungen verbunden und dadurch charakterisirt ist, dass der Hörnerv auf viel geringere Stromstärken reagirt, als der Nerv eines gesunden Ohres. Die Untersuchung ist bei einseitig bestehender Hyperästhesie nicht schwierig.

Bei der Hyperästhesie kommen aber auch Abweichungen von dem normalen Modus der Reaction vor und erscheint besonders interessant die Hyperästhesie mit paradoxer Formel des nicht gereizten Ohres. Während der Hörnerv unter gewöhnlichen Verhältnissen immer im Sinne der ihm näher stehenden Elektrode reagirt, zeigt sich die paradoxe Formel darin, dass das nicht armirte Ohr auf den elektrischen Reiz reagirt und zwar im Sinne der ihm ferner stehenden Elektrode.

Es ist von Erb[1]) nachgewiesen, dass diese Reaction nicht blos bei veralteten Erkrankungen der Hörnerven vorkommt, sondern dass sie ein Zeichen hochgradiger Hyperästhesie ist, dass sie sehr häufig vorkommt und dass sie auf einfache physikalische Verhältnisse sich zurückführen lässt.

Von therapeutischen Resultaten bei Erkrankungen des Hörnerven ist aus gewissenhaft angestellten Beobachtungen festgestellt: die günstige Wirkung von AnD gegen das die einfache Hyperästhesie begleitende Ohrensausen.

---

[1]) Zur galvanischen Behandlung von Augen- und Ohrenleiden. Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde von Knapp und Moos. II. B. 1. Abtheil. 1871.

Bei der Behandlung desselben sind die erregenden Stromunterbrechungen nicht günstig und ist nach 1—2 Minuten langer AnD ein vorsichtiges Ausschleichen mittels des Rheostaten zu empfehlen, wenn einmal das Sausen zum Schweigen gebracht ist.

Mit der Verminderung des Sausens wurde in vielen Fällen auch eine Zunahme der Hörschärfe und eine Abnahme der elektrischen Hyperästhesie beobachtet. Hiernach scheint das Sausen mit der Hyperästhesie in einem gewissen Zusammenhang zu stehen.

Aber auch die Galvanisation des *Sympathicus* und die Anwendung Volta'scher Alternativen hat nach Benedikt's Erfahrungen günstigen Einfluss auf das Ohrensausen und die Schwerhörigkeit, und selbst durch faradische Behandlung sind einzelne zweifellos günstige Resultate erzielt worden. Deren Deutung ist freilich sehr schwierig und es ist wohl von fortgesetzten Studien der mit der Elektrotherapie vertrauten Ohrenärzte Aufklärung darüber zu hoffen, welche Reizmomente in bestimmten Fällen heilend wirken können.

c. Neurosen der Geschmacksnerven.

Die sowohl selbstständig besonders bei Hysterie, als in Begleitung von Anästhesie des *Trigeminus* und Lähmung des *Facialis* vorkommenden Geschmackslähmungen können bei hartnäckigem Bestand oft sehr belästigen.

Die Geschmacksempfindung wird durch die in den Rändern, der Spitze und der Wurzel der Zunge, sowie in den Gaumenbögen verbreiteten Geschmacksnerven vermittelt und sind diese Nerven gegen den elektrischen Reiz ausserordentlich empfindlich. Auch die bei centraler Behandlung am Kopf und bei Galvanisation des *Sympathicus* auftretende und oft lange anhaltende metallische Geschmacksempfindung ist wohl durch Stromschleifen bedingt, welche die so anregbaren Geschmacksnerven im Munde treffen.

Bei Geschmackslähmungen ist die Behandlung der Zunge mit schwachen, der Reizbarkeit der Kranken angemessenen labilen galvanischen Strömen vorzunehmen. Aber auch die in gleicher Weise angewendete Faradisation der anästhetischen Zunge hat in vielen Fällen guten Erfolg gehabt.

d. Neurosen der Geruchsnerven.

Ausser den bei Geisteskranken bekannten subjectiven Erregungen des Geruchssinns kommt oft gleichzeitig mit Geschmackslähmung, aber auch ohne diese mehr oder minder vollständige Anosmie (Lähmung

des Geruchsnerven) vor, bei der die, durch den Trigeminus bedingte, Sensibilität der Nasenschleimhaut erhalten bleibt. Besonders günstig für die elektrische Behandlung sind die Fälle, welche nach heftigem Catarrhe der Nasenschleimhaut zurückbleiben und bei denen abnorme Trockenheit des Riechcanals vorhanden ist, in deren Folge eine peripherische Lähmung des Geruchsnerven besteht. Gleichzeitige Lähmung des Geruchs und Geschmacks wird von Kranken, denen diese Sinne bei ihrem Beruf unentbehrlich sind (wie Weinhändler) höchst unangenehm empfunden. In solchen Fällen sind aber von Duchenne, Fieber, mir u. a. durch faradische oder galvanische Reizung der Nasenschleimhaut günstige, zum Theil glänzende Resultate erzielt worden. Man hat dabei nur sehr schwache Ströme anzuwenden und bei längerer galvanischer Reizung Anätzungen der Schleimhaut zu vermeiden. Zu empfehlen ist das Aufsetzen der Anode auf der Nasenwurzel und die Einführung der olivenförmigen Kathode hoch in die Nase bei nur kurzer Stromdauer.

12. Anomalieen der Secretion und Excretion.

Der elektrische Strom, ein so mächtiges Erregungsmittel des Nervensystems, ein so kräftiges Reizmittel überhaupt, hat bei seiner immer allgemeiner gewordenen Anwendung auch bei Störungen der Secretion und Excretion seine heilsame Wirkung in deutlichster Weise offenbart.

Wir haben früher gesehen, dass als nächste Folge der elektrischen Reizung Erhöhung der Temperatur in den gereizten Theilen und darüber hinaus eintritt, und dass durch Erregung der contractilen Fasern der Haut grössere Thätigkeit derselben und in deren Folge vermehrte Schweissabsonderung erzielt werden kann.

Es ist nachgewiesen, dass durch dynamische Wirkung des elektrischen Stromes eine primäre Contraction der Gefässwandungen mit Verengerung des Lumens[1]) eintritt, der dann eine secundäre Erweiterung der Gefässe folgt, und daraus sind die therapeutischen Wirkungen des Stromes bei verschiedenen Rheumatismen zu erklären.

Froriep[2]) bezeichnete zuerst als charakteristisches Merkmal aller

[1]) Riedinger in Würzburg benutzte den Inductionsstrom als Mittel zur Stillung von Blutungen kleiner Gefässe, deren abnorm erweiterte Lumina durch energische Faradisation verengert wurden. (Vergl. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. VII. Hft. 5 u. 6. 1877. Klin. u. experiment. Studien über die künstliche Anämie bei Operationen, besonders über die Stillung der Blutung nach Lösung des elastischen Schlauches.)

[2]) Ueber die rheumat. Schwiele. Weimar 1843.

rheumatischen Krankheitsformen die Zellgewebsschwiele, eine Ausschwitzung, die ihren Sitz in der Lederhaut, im Zellgewebe, in den Muskeln u. s. w. hat und danach Hautschwiele, Muskelschwiele u. s. w. genannt wird. Hierher gehören die sogenannten „Hexenschüsse".

Die auf Capillarcontractionen, vielleicht aber auch auf Reflexreizungen beruhenden Wirkungen erklären ferner auch, dass die elektrische Reizung mit Vortheil angewendet werden kann, um unterdrückte Fussschweisse wieder hervorzurufen und überhaupt belebend auf die Haut zu wirken. Andere eigentlich erst hierher gehörige Wirkungen des Stromes haben wir bereits oben kennen gelernt, denn wir sahen, dass nach elektrischer Reizung vermehrte Absonderung der Schleimhäute eintritt sowie, dass reichlichere Secretion des Ohrenschmalzes, Wiedererscheinen der unterdrückten Menstruation u. s. w. durch eine geeignete und fortgesetzte Anwendung der Elektricität erzielt werden kann. Auch bei unterdrückter Milchsecretion hat eine methodisch angewendete elektrische Reizung der versiegenden Brüste treffliche Dienste geleistet, wie Versuche von Becquerel, Aubert[1]) und Anderen gezeigt haben. Die Brüste wurden zu diesem Zwecke einige Minuten lang mit schnellschlägigen Inductionsströmen behandelt und es genügten wenige solche elektrische Sitzungen, um die Milchabsonderung reichlich und dauernd wiederherzustellen.

Ausserdem ist der elektrische Strom aber auch ein resorptionsförderndes Mittel, das in vielen Fällen durch kein anderes ersetzt werden kann, da es selbst dann noch sich bewährt, wenn andere die Aufsaugung fördernde Mittel vergeblich angewendet worden waren. Der elektrische Strom erregt die Thätigkeit der Lymph- und Capillargefässe und steigert den Tonus derselben, bewirkt aber zugleich auch durch seine elektrolytische Kraft Zersetzungen in den Geweben. Letztere Wirkungen, die von Remak so genannten katalytischen Wirkungen, kommen am meisten zur Geltung bei der Behandlung von chronischen, schmerzhaften Geschwülsten, sowie von Rheumatismen der Gelenke und besonders von Exsudaten, welche nach diesen Zuständen zurückbleiben. Es gehören hierher viele unter dem Namen *Tumor albus* bekannte Affectionen, sowie auch die bei *Arthritis nodosa* vorkommenden Anschwellungen der Epiphysen. Wird bei solchen chronischen Gelenkentzündungen eine methodische elektrische

---

[1]) Vgl. *L'Union méd.* 1857. No. 2 u. 9.

Reizung in Anwendung gebracht, so wird dadurch innerhalb der im Zustande der Entzündung, Ausschwitzung oder Verhärtung befindlichen sehnigen Theile des Gelenks Katalyse eingeleitet und die katalytischen Wirkungen müssen die günstigen Erfolge des Stromes bei arthritischer Gelenksexsudation erklären. Der Strom trifft aber zugleich die zum Gelenk sich begebenden Gefässe und es ist leicht erklärlich, dass durch diese Reizung eine raschere Circulation, ein regerer Säftestrom und rascherer Stoffumsatz bedingt wird. Zugleich können aber auch die secundären Erscheinungen, nämlich die Lähmung und Abmagerung, in welche die Muskeln in Folge der Unthätigkeit des kranken Gliedes verfallen, sowie der Schmerz in der Umgebung des Gelenks durch den Strom mit Erfolg behandelt werden. Durch Hebung dieser Zustände kann man die in vielen Fällen bestehenden Pseudo-Ankylosen beseitigen und somit vortheilhaft auf den Zustand des Gelenks zurückwirken, welches durch die Reizung der Bewegungen in einen entzündlichen Zustand versetzt wird, während dessen die Resorption verhärteter Exsudate durch den Strom leichter möglich ist.

Bei rheumatischen Affectionen hat der elektrische Strom oft glänzende Erfolge und er kann als specifisches Mittel gegen gewisse chronische Formen gelten. Remak glaubte, dass der galvanische Strom eine antidyskrasische Wirkung gegen den Rheumatismus habe, indem er in den Ablagerungsstätten der Dyskrasie die Keime zu weiterer Entwicklung derselben tilgt.

Die Muskelschmerzen, welche gewöhnlich durch Erkältung, Zugluft, und mitunter ohne bekannte Ursache entstehen, hat man vorzugsweise mit dem gemeinschaftlichen Namen des **Muskelrheumatismus** bezeichnet. Es giebt gegen diese Affectionen kein kräftigeres und schneller wirkendes Mittel, als die cutane Faradisation. Nicht allein bei den vorübergehenden Schmerzen, die in einigen Tagen von selbst oder durch jede Behandlung heilen, sondern gerade bei denen, gegen welche die verschiedensten kräftigsten Mittel (Blutegel, Schröpfköpfe, Blasenpflaster mit Morphium endermatisch) vergebens versucht worden waren, äussert die Faradisation wirklich zauberisch schnelle Hülfe und mit Recht hat schon Froriep hier die Anwendung der Elektricität warm empfohlen. Wir verweisen deshalb auf seine oben angeführte ausführliche Abhandlung: die rheumatische Schwiele, in der wir 84 Beobachtungen gesammelt finden: Kranke, die noch vor einigen Minuten bei der geringsten willkürlichen Bewegung laut aufschrieen

vor Schmerz, konnten unmittelbar nach der Operation die ausgedehntesten Bewegungen ohne den geringsten Schmerz ausführen.

Mitunter genügt eine einzige elektrocutane Reizung, um den Muskelrheumatismus zu heilen, doch sind dies die seltneren Fälle. Gewöhnlich erscheint der Schmerz einige Zeit nach der Anwendung der Elektricität wieder und man muss dann neue Reizungen vornehmen. 5—15 Sitzungen reichen zur vollständigen Heilung aus. Durch heftige Muskelanstrengungen entstehen mitunter Rückfälle und man muss in diesem Fall mit der Faradisation so lange fortfahren, bis nicht mehr, auch bei den grössten Anstrengungen, der geringste Schmerz vorhanden ist.

Zeigen sich nach Beseitigung des Schmerzes Lähmungen in einzelnen Muskeln, so sind diese nach den oben ausführlich erörterten Methoden galvanisch oder faradisch zu behandeln. Etwa zurückgebliebene Gelenksteifigkeiten, die nicht durch rheumatische Exsudate bedingt sind, werden durch gymnastische Manipulationen leicht beseitigt.

Remak glaubt aber auch den constanten galvanischen Strom in die Reihe der antiphlogistischen Mittel stellen zu können, und zwar soll nach seinen Untersuchungen die antiphlogistische Wirkung des Stromes nicht blos in einer Erweiterung der Blut- und Lymphgefässe bestehen, sondern auch in einer Steigerung der endosmotischen Eigenschaften der dem Kreislauf entzogenen und dadurch verschrumpften Blutzellen und Capillargefässwände. Hieraus müssen die von Remak erzielten günstigen und in der That überraschenden Heilerfolge bei traumatischen Gelenkentzündungen erklärt werden, von denen hier ein Beispiel angeführt werden soll.

Der 36jährige Schneider Mich. Hartleib fiel bei Glatteis auf die rechte Hand und verstauchte sich das Handgelenk so, dass es ihm sofort unmöglich war, die Hand zu beugen oder gar zu schliessen und er trotz kalten Umschlägen die folgende Nacht schlaflos zubrachte. Ein Arzt, bei dem er des Morgens Hülfe suchte, rieth ihm Blutegel, Eisumschläge und Mercurialsalbe und stellte ihm eine mehrwöchentliche Arbeitsunfähigkeit in Aussicht; der Kranke wollte jedoch erst Remak's Meinung über die Sache hören. Dieser fand das Handgelenk, namentlich auch den Rücken der Handwurzel, so geschwollen, dass nicht einmal eine Prüfung möglich war, ob irgend ein Bruch eines Knochens stattgefunden habe. Dabei war die Hand heiss anzufühlen und die Finger steif und gedunsen. Vertraut mit ähnlichen Zuständen durch die Behandlung von Rheumatismen führte Remak sofort labile Ströme von 30 Daniell'schen Elementen sowohl durch die Geschwulst, wie durch die angrenzenden Muskeln so lange, bis sanfte labile Zuckungen in den Muskeln des Handrückens eintraten. Nachdem dies etwa 5 Minuten lang fortgesetzt worden war, während welcher Zeit der Kranke von Minute zu Minute die

Befreiung seiner Hand von Geschwulst und Steifheit bemerkte, waren sämmtliche Bewegungen der Hand und der Finger soweit wieder hergestellt, dass er, wenngleich mit Schwierigkeit, seinen Namen zu schreiben vermochte. Am folgenden Tag meldete der Kranke, dass er bereits gröbere Sachen genäht habe, nur die Handhabung der Scheere falle ihm noch schwer! Auf dem Rücken der Handwurzel war noch ein wenig Geschwulst sichtbar. Die Behandlung wurde wiederholt und Tags darauf meldete sich der Kranke als gänzlich frei von allen Beschwerden.

Die Anwendung des elektrischen Stromes bei der Behandlung von Gelenkentzündungen wird im allgemeinen ihre Grenze finden müssen bei einem durch dyskrasische Einflüsse bedingten und unterhaltenen Fieber. Der Strom soll zwar, nach Remak's Erfahrungen, das Fieber bewältigen können, wenn dieses nur Folge des örtlichen Leidens ist. In der Mehrzahl der Fälle wird jedoch eine elektrische Behandlung nur dann in Anwendung zu ziehen sein, wenn entzündliche Erscheinungen nicht mehr vorhanden sind, denn nicht alle traumatischen Gelenkentzündungen dürften durch Elektricität so leicht und schnell beseitigt werden, wie dies bei dem eben angeführten Beispiel der Fall war.

Nur durch eine grössere Anzahl von in Krankenhäusern angestellten Versuchen kann über den Werth der Elektricität bei der Behandlung fieberhafter Erkrankungen entschieden werden.[1])

Bei der grossen Mannigfaltigkeit der in dieses Kapitel gehörigen krankhaften Zustände, welche mit Erfolg durch Elektricität behandelt werden können, lassen sich kaum bestimmte einzelne Regeln über die Methode der Anwendung des Stromes aufstellen. Zunächst wird man sofort einsehen, dass nicht blos der galvanische Strom, sondern auch der Inductionsstrom, der in seinen elektrolytischen Leistungen allerdings jenem nachsteht, die Resorption von Ausschwitzungen oder Verhärtungen in den Gelenken und Gelenkbändern anregen kann, da es nicht blos chemische, sondern auch dynamische Wirkungen sind, welche hierbei zur Geltung kommen.

Weisflog[2]) hat durch häufiges, täglich mehrmals wiederholtes Faradisiren, welches die Kranken selbst ausübten, bei Arthrophlo-

---

[1]) Vergl.: Ueber die Behandlung des acuten Gelenkrheumatismus mit Elektricität und Salicylsäure aus der Klinik des Prof. Botkin von Dr. Drossdorf in Petersburg. Petersburger med. Zeitschrift 1876. Nr. 4. — Dr. Abramowsky: Berlin. klin. Wochenschrift 1876. Nr. 7. — Jaschtschenko: Die elektrische Behandlung der Hals- und Rachenkrankheiten. (Petersburger med. Wochenschr. 1877. Nr. 14.)

[2]) Zur Casuistik der Faradisation. Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. VII. u. XVIII.

gosen bemerkenswerthe Resultate erzielt. Er empfiehlt, nur Ströme anzuwenden, welche keine Muskelzuckungen auslösen und lässt die breiten Elektroden sowohl über das Gelenk als über die mit demselben in Beziehung stehende Musculatur in der Richtung des rückkehrenden Blutstromes bewegen.

M. Meyer hat bei tief in das Muskelgewebe eindringenden Narben und traumatischen Periostosen nach Schussverletzungen auffällig rasche günstige Erfolge eines täglich 3—5 Minuten lang stabil einwirkenden constanten Stromes beobachtet.

Ebenso wirkte aber auch der Inductionsstrom bei genügend lange fortgesetzter Anwendung sehr günstig auf die Verkleinerung von Drüsengeschwülsten. Eine mehr als kopfgrosse, zwischen Kopf und Schulterblatt gelagerte steinharte Geschwulst wurde in 273 Sitzungen von 1—1½ stündiger Dauer innerhalb dreier Jahre auf einen Bruchtheil reducirt.[1])

Die Dauer der elektrischen Behandlung wird immer von der Natur des Exsudates, welches resorbirt werden soll, abhängen und es werden daher feste, organisirte Exsudate oft eine Monate lang fortgesetzte Behandlung erfordern, ehe sich ein günstiger Erfolg zeigt, wenn auch in manchen Fällen schon nach jeder einzelnen Behandlung eine Besserung bemerklich ist. Flüssige Exsudate in der Haut und im Unterhautzellgewebe verschwinden dagegen nicht selten auffallend rasch unter der Einwirkung des elektrischen Stromes, und hierher gehören die rheumatischen Schwielen der Haut, des Bindegewebes, der Muskeln u. s. w., von denen bereits oben gesprochen worden ist. — Nach der Reizbarkeit der Kranken und nach anderen Umständen wird es sich richten, ob man tägliche Sitzungen vorzunehmen hat und wie lange diese auszudehnen sind. Im Allgemeinen wird man den zu reizenden Theil, also z. B. das geschwollene Gelenk, zwischen den befeuchteten Stromgebern gleichsam festhalten müssen, so dass der Strom quer durch das Gelenk hindurchgeht. Man darf jedoch nicht zu starke Ströme anwenden und kann dieselben lieber längere Zeit, d. h. ½—1 Stunde wirken lassen, um die Kranken nicht durch Schmerzen zu belästigen. Die anzuwendende Stromstärke kann sich nach der Empfindlichkeit des zu behandelnden Theiles richten und kann man nach bestimmter Vorschrift die Ausführung der Behandlung dem Kranken überlassen. Sehr nützlich sind mir auch einzelne Inductionsschläge, etwa im Secundentempo erschienen, die sehr stark sein können, ohne heftigen Schmerz zu erregen.

[1]) Berliner klin. Wochenschrift 1874. Nr. 80.

M. Meyer benutzt solche einzelne Inductionsschläge und Stromunterbrechungen zur „Spaltung" harter Lymphdrüsenanschwellungen. Die cutane Faradisation auf der trocknen Haut kann, da sie meist schmerzhaft ist, nur mitunter in Anwendung gezogen werden und wird dazu dienen, die Gefässe anzuregen; nach den Untersuchungen von Callenfels, Snellen und Gunning bedingt nämlich die Reizung der Gefühlsnerven anfänglich Verengerung, endlich aber Erweiterung der Blutgefässe; man wird deshalb auch die Reizung mindestens so lange fortzusetzen haben, bis Röthung der Haut eintritt. — Bei der Anwendung der Inductionselektricität kommt die Richtung des Stromes weniger in Betracht, als bei der Anwendung des galvanischen Stromes, dessen elektrolytische Wirkungen deutlicher am Zinkpol bemerkbar sind. Von dem Gesichtspunkte ausgehend, dass ein Transport von Flüssigkeiten vom positiven zum negativen Pole stattfinde, räth Remak, die negative Elektrode mit der im Zustande der Entzündung befindlichen Stelle in Verbindung zu bringen und die positive Elektrode in der Nähe dieser Stelle aufzusetzen, dagegen soll man die Stromesrichtung umkehren, wenn mit der Entzündung Erscheinungen von wässriger Ausschwitzung verbunden sind. Man muss also in der Regel den positiven Pol als den differenten, katalysirenden gebrauchen, diesen demnach fest aufsetzen und hat nur mit den Ansatzpunkten des schmerzhafteren und stärker auf die Haut wirkenden negativen Poles, etwa von Minute zu Minute zu wechseln, wodurch zugleich auch dem Kranken die Einwirkung des Stromes erträglicher wird. Labile Ströme sind in allen Fällen leichter zu ertragen und üben keinen zerstörenden Einfluss auf die Haut aus.

Die katalytischen Wirkungen des Stromes sind besonders auch zur Behandlung von Anschwellungen der Schilddrüse mit Vortheil gebraucht worden und sind besonders die von Chvostek[1]) angeführten Fälle beachtenswerth. Versuche der jedenfalls unschädlichen elektrischen Behandlung von Anschwellungen drüsiger Organe sind den praktischen Aerzten angelegentlich zu empfehlen.

Es möge die Beschreibung des Krankheitsfalles hier eine Stelle finden, bei welchem ich zum erstenmal die resorbirende Kraft des elektrischen Stromes in ausgedehnterer Weise versucht habe.

Johann Kluge, Leinweber aus Geta bei Bautzen, 39 J. alt, wurde vor 3 Jahren von „reissender Gelenkgicht" befallen, wodurch er in einen höchst traurigen Zustand kam. Die Hand-, Knie- und Fussgelenke blieben seit dieser Zeit schmerzhaft und ausserordentlich aufgetrieben und die Hände verkrüppelt, so dass

[1]) Oesterr. Ztschr. f. pr. Heilk. 1869/70.

Kluge vollkommen erwerbsunfähig wurde und in den dürftigsten Verhältnissen sein Dasein fristete. Als der Kranke, nachdem er mehrere Jahre lang mit verschiedenen Mitteln, Dampfbädern, Einreibungen u. s. w. vergeblich behandelt worden war, an mich gewiesen wurde, fand ich denselben in folgendem Zustand. Der Körper mittelgross, sehr dürftig genährt, Oberkörper fast rechtwinklig nach vorn gebeugt, Arme herabhängend, Handgelenke steif, Kniee in Valgusstellung, daher der Gang mühselig schleppend. An der rechten Hand fehlt die letzte Phalange des Zeigefingers. Die zweite und dritte Phalange besonders des 3. und 4. Fingers ist durch secundäre Contracturen der Muskeln übermässig gestreckt und fast vollständig luxirt, so dass die Köpfchen der ersten Phalangen, welche bedeutend aufgetrieben sind, stark in die Hohlhand hervorspringen, wodurch die Hand eine eigenthümliche krallenartige Form bekam. Die Handgelenke dick und fast unbeweglich, ebenso die Kniee und Fussgelenke. Das linke Knie hatte einen Umfang von 46 Ctm. und die Haut desselben erschien straff, gespannt, glänzend. Die Kniescheibe war durch Ausschwitzungen in die Gelenkhöhle emporgehoben und stand vom *Femur* weit ab. Die Epiphysen des *Femur* und die *Tibia* erschienen stark angeschwollen und es waren offenbar deshalb Bewegungen des Knies unausführbar. Die Muskeln des Oberschenkels, besonders der Beugeseite, waren hart anzufühlen. Das rechte Knie befand sich in demselben Zustand, war jedoch 4 Ctm. dünner als das linke. An den Fussgelenken waren alle Schleimbeutel stark geschwollen und links, wo der Fuss in Valgusstellung war, auch Auftreibungen der Epiphysen vorhanden. Alle diese pseudoankylotischen Gelenke waren bei Bewegungsversuchen, welche durch Contracturen und Lähmungen einzelner Muskeln noch erschwert wurden, äusserst schmerzhaft.

Ich begann versuchsweise die Behandlung mit cutaner Faradisation der geschwollenen Gelenke und wurde nicht wenig überrascht, als sofort nach dieser Operation der Kranke, frei von Schmerzen, ausgedehntere Bewegungen vornehmen konnte, welche Fähigkeit durch die Faradisation der einzelnen gelähmten Streckmuskeln, nämlich der Extensoren der Hand und Finger, sowie des *M. rectus femoris*, *M. vastus internus* u. s. w. noch erhöht wurde. Die elektromusculäre Contractilität und cutane Sensibilität erschien verringert, vermehrte sich aber im Laufe der Behandlung. In den nächsten Wochen wurde in 10 weitern in derselben Weise fortgesetzten Behandlungen eine wesentliche Besserung des Zustandes erzielt. Die Anschwellungen der Gelenke verminderten sich von Tag zu Tag, die Lähmungserscheinungen schwanden und der Kranke, der vorher nur gekrümmt sich mühselig fortschleppen konnte, vermochte in aufrechter Stellung mehrere Stunden lang fast ohne Schmerzen zu gehen. Jetzt liess ich wöchentlich 3mal 5—10 Minuten lang Inductionsströme quer durch das Gelenk gehen. Der Erfolg war glänzend, denn schon nach jeder einzelnen Sitzung war ein Weicherwerden der Anschwellungen, besonders der Kniee- und Fussgelenke, sowie eine freiere Beweglichkeit derselben zu constatiren. Nach 12 Sitzungen konnte man die vorher gespannte und durch die lange Anschwellung übermässig ausgedehnte Haut der Kniee wie einen leeren Sack in die Hand nehmen. Als unterstützende Mittel wurden von jetzt an noch Dampfbäder und Bepinselungen mit Jodtinctur angewendet, welche Mittel jedoch bei weitem nicht so deutliche Wirkungen offenbarten, wie der Inductionsstrom. Am hartnäckigsten zeigten sich die verkrüppelten Finger. Durch elektrische Reizung des *M. flexor sublimis* konnte nur einigermassen die Contractur der *Mm. interossei* moderirt werden,

besonders da durch die Auftreibungen der Epiphysen der Phalangen eine dauernde Beseitigung der Luxationen der Finger nicht erzielt werden konnte. Weiter versuchte ich die Anwendung des constanten galvanischen Stromes, in der Hoffnung die Anschwellungen der Epiphysen zu verringern, was jedoch nicht gelang. Doch waren schon durch Anwendung der Inductionselektricität die Hände zu einigen Verrichtungen, welche schmerzlos ausgeführt werden konnten, tauglich, indem wenigstens die Daumen, Zeigefinger und kleinen Finger hinreichend gebeugt und gestreckt werden konnten. Günstigere Wirkungen äusserte der constante Strom auf die Auftreibungen der Epiphysen der *Tibia* und des *Femur* und auf die verhärteten und verdickten Bänder und Synovialhäute der Kniee- und Fussgelenke, welche durch die Behandlung mit dem Strom auffällig weicher und dünner wurden. Ich liess abwechselnd galvanische und Inductionsströme wirken, und zwar den Strom (20 Elemente) quer durch das Gelenk gehen. Durch fortgesetzte Faradisation der Muskeln des Vorderarms, sowie des Ober- und Unterschenkels wurden die Bewegungen kräftiger, sowie sich gleichzeitig die Ernährung der Muskeln hob und die erschlaffte Haut in der Umgebung der Gelenke mehr Tonus bekam. Der Umfang des linken Knies betrug jetzt nur noch 38 Ctm. Glücklich über den erzielten Erfolg brach der Kranke die Behandlung ab, um sich in seiner Heimath wieder Erwerb zu suchen. Es haben im Ganzen 65 Behandlungen stattgefunden und durch fortgesetzte Behandlung wäre jedenfalls noch eine weitere Besserung erzielt worden, wie ich aus ähnlichen Fällen schliessen kann.

Von hohem Interesse sind aber auch die therapeutischen Erfolge der Galvanisation des *Sympathicus*, welche M. Meyer[1]) bei hochgradiger *Arthritis nodosa* erzielte und mag die betreffende Beobachtung hier folgen. Es wurde dabei consequent folgende Methode angewandt: der Zinkpol einer aus 12—18 Elementen bestehenden Batterie wurde auf die dem *Ganglion cervicale superius* entsprechende Gegend unter dem Kieferwinkel, der Kupferpol auf den *Proc. tansversus* des siebenten Halswirbels der entgegengesetzten Körperhälfte 5—10 Minuten aufgesetzt und es traten dann meist folgende Erscheinungen ein: eine subjectiv und objectiv wahrnehmbare, auch messbare Steigerung der Temperatur gewöhnlich desjenigen Armes, der dem Ansatz des Zinkpols entsprach; ein sichtbares Hervorquellen des Schweisses aus den Fingerspitzen und den Poren der Handfläche, der Temperatursteigerung nicht immer parallel gehend und Nachlass des Krampfes, des Schmerzes, der Spannung und Gefühl der Erleichterung in der ergriffenen Extremität.

Fräulein E. S., 21 Jahre alt, bekam ohne bekannte Veranlassung, vielleicht in Folge einer ungesunden Schlafstube, eine schmerzhafte Anschwellung im Metacarpalgelenk des zweiten und dritten Fingers der rechten Hand. Die Schmerzen waren anfangs nicht von Dauer, wiederholten sich aber häufig, die

[1]) Berlin. klin. Wochenschrift 1870. Nr. 22.

Anschwellung verhinderte die freie Beweglichkeit der Finger. Im darauffolgenden Winter nahmen die Schmerzen zu und verbreiteten sich in beide Arme, gleichzeitig trat ein häufiges Absterben der Hand und ein Frostgefühl im ganzen Körper ein. Im Januar machte sich eine erhebliche Zunahme der Schmerzen bemerkbar, die besonders in den Schultern und Armen wütheten, jede Bewegung derselben unmöglich machten und die Kranke bei der leisesten Berührung aufschreien liessen. — Nach dem Gebrauch einer Schwitzcur und Schwefelbädern wurden die ergriffenen Gelenke zwar wieder beweglicher, doch blieben Anschwellungen und Schmerzen zurück, die auch der Gebrauch der Bäder in Teplitz nur vorübergehend linderte, indem im darauffolgenden Frühjahr dieselben im höheren oder niederen Grade fast alle Gelenke des Körpers ergriffen, die anschwollen, die Bewegungen bis zum Aeussersten hemmten und dem Körper das Gefühl unendlicher Schwere gaben. Teplitz im folgenden Sommer zum zweiten Male aufgesucht, bewirkte beim Gebrauch der Moorbäder eher eine Steigerung als eine Abnahme der Schmerzen, so dass die Patientin in einem jammervollen Zustande sich befand.

Dieselbe sah im höchsten Grade angegriffen und anämisch aus, sie litt an *Arthritis nodosa* beider Arme und Beine, an erheblichen Gelenkanschwellungen in den Metacarpalgelenken des zweiten und dritten Fingers der rechten Hand, an Anschwellungen beider Handgelenke, des rechten Fussgelenkes besonders in der Gegend des *Malleolus externus*, sowie an kolbigen Anschwellungen sämmtlicher Fingergelenke. Die Arme hingen schlaff am Körper herab, die Oberarme konnten nur unter grossen Schmerzen im Schultergelenk bewegt werden; in gleicher Weise war die Bewegung der Ellenbogengelenke erschwert, Schulter-, Ellenbogen-, Metacarpalgelenke überdies bei Berührung schmerzhaft und heiss anzufühlen. Die Anschwellung der Metacarpalgelenke bewirkte, dass beim Versuch die Hände zu schliessen, dieselben mehr als 1 Zoll weit geöffnet blieben, die obersten Fingergelenke waren ankylosirt, die Hände kalt und mit matschigem Schweisse bedeckt. Patientin hatte, ausser bei Bewegungen, namentlich bei Nacht und bei wechselndem Wetter, die furchtbarsten Schmerzen. Appetit und Verdauung lag darnieder, die Menses waren regelmässig aber sparsam, Puls klein und beschleunigt.

Die Galvanisation des *Sympathicus* beim Ansatz des Zinkpols in der Submaxillargegend und des Kupferpols neben dem siebenten Halswirbel der entgegengesetzten Seite — der umgekehrte Polansatz, wiederholt versucht, wirkte ungünstig — hatte schon von der ersten Sitzung an den überraschendsten Erfolg, indem unter deutlichem Nachlass der Schmerzen, dem auch bald eine Verminderung der Anschwellungen folgte, die Temperatur in den Armen und namentlich in den Händen zunahm und dieselben mit einem warmen, duftenden Schweisse, den man häufig aus den Poren der Hand, besonders an den obersten Fingergliedern hervorquellen sah, bedeckt wurden. Das Wärmegefühl nahm stundenlang nachher noch an Intensität zu und erhielt sich oft den ganzen Abend hindurch. Nach 33 Sitzungen, die sich einzig und allein auf das angegebene Verfahren beschränkten, war die Kranke im Stande fast eine Stunde weit zu gehen, indem sich Anschwellungen und Schmerzen in den Beinen vollständig verloren hatten. Auch die Schmerzen in den Armen machten sich nur selten bei schroffem Witterungswechsel und vor dem Eintritt der *Menses* bemerkbar — letztere traten übrigens, wie das meist bei Anwendung der Elektricität geschieht, früher und reichlicher ein — und konnten dann jedesmal durch das angegebene Verfahren in einer Sitzung von wenigen Minuten beseitigt werden. Die Metacarpalanschwellungen

hatten erheblich abgenommen, auch die Anschwellungen der Fingergelenke sich vermindert. Zu gleicher Zeit bemerkte Patientin, dass ihr Urin stark sedimentirte und ihre Angehörigen klagten über den ungewöhnlichen, penetranten Geruch ihrer Hautausdünstung. Der Urin hatte ein specifisches Gewicht von 1,029, reagirte stark sauer und enthielt grosse Mengen von saurem harnsaurem Natron; das Colorit der Patientin hatte sich in wunderbarer Weise gebessert, Appetit und Verdauung liessen nichts zu wünschen übrig. Seit dem Beginne der Cur fand keine medicamentöse Behandlung statt. Nach ferneren 16 Sitzungen hatten die Schmerzen fast ganz aufgehört und die Gelenkanschwellungen sich so sichtlich vermindert, dass die Haut locker und verschiebbar über den Gelenken lag, und mit den Händen alle weiblichen Verrichtungen vorgenommen werden konnten. — Nach 75 Sitzungen konnte man die Cur als vollendet ansehen, indem selbst die Anschwellungen im Metacarpalgelenk der rechten Hand geschwunden sind, und Patientin selbst bei dem schroffsten Witterungswechsel gar keine Schmerzen, sondern höchstens eine gewisse Schwere im Körper empfindet. Die Hautausdünstung ist normal, spec. Gewicht des Urins 1,018.

13. Anwendung der Elektricität in der Gynaekologie und Geburtshülfe

Schon im Jahre 1764 empfahl Alberti in seiner Dissertation „de vi electrica in amenorrhoeam" die Anwendung der Elektrisirmaschine als Reizmittel bei verhaltener Menstruation und erzählt mehrere günstige Resultate. Durch die an den Schenkeln, Kreuzbein oder der Symphyse angelegten Conductoren wurden den auf dem Isolirschemel sitzenden Kranken 3—4 elektrische Entladungen applicirt, wonach die Regeln bald erschienen.

Seit dieser Zeit ist die Anwendung der Elektricität von vielen Autoren gerühmt worden zur Regelung und Beförderung der Menstruation und man hat auch durch directe elektrische Reizung der Schleimhaut des Uterus eine vermehrte Absonderung bei Amenorrhöe erreicht. Golding Bird [1]) sah die überraschendsten Erfolge bei ausbleibender Menstruation und behauptete, dass wo der Uterus überhaupt im Stande sei, die in Rede stehende Function zu üben, selbige durch die Elektricität unfehlbar hervorgerufen werde.

Schulz [2]) empfahl zur Erregung der Menstruation die Reflexwirkungen des Inductionsstromes. Er befestigte an die Fusssohlen der Kranken trockne metallische Elektroden und liess 15 Minuten lang starke Ströme einwirken. Ebenso kann man die elektrocutane Reizung, auf die es hierbei ankommt, an den Waden, Schenkeln und der Kreuzbeingegend vornehmen und es ist der elektrische

[1]) London med. Gaz. 1847.

[2]) Wien med. Wochenschr. 1855. N. 49.

Strom nach FIEBER[1]) als eins der stärksten Emenagoga zu bezeichnen. Ein während elektrischer Behandlungen verfrühtes und stärkeres Auftreten der Menstruation bei erregbaren Kranken ist jedem Elektrotherapeuten bekannt.

Bei hartnäckigeren Fällen von Amenorrhöe ist die directe Reizung des Uterus durch den oben (S. 94) beschriebenen Uterusexcitator vorzunehmen. Das Instrument ist in die Gebärmutterhöhle einzuführen und kann man, da der Uterus gegen elektrische Reizung nicht sehr erregbar ist, ziemlich starke faradische Ströme längere Zeit anwenden.

Statt des doppelten Uterusexcitators kann auch eine einfache bis an den Knopf isolirte sondenförmige Elektrode in den Uterus eingeführt und die andere Elektrode auf das Kreuzbein oder die Symphyse aufgesetzt werden und sind bei dieser Elektrodenstellung einzelne Inductionsschläge oder die mächtig erregenden Voltaischen Alternativen einer kräftigen galvanischen Batterie durch das torpide Organ zu leiten.

Ueber die Elektrisirung des Uterus, sowie über die Möglichkeit, Beugungen der Gebärmutter durch Anwendung der Elektricität zu beseitigen, hat Dr. FANO in Paris[2]) Versuche angestellt, welche Beachtung verdienen. Es werden folgende vier Beobachtungen mitgetheilt.

1) Anteflexion des Uterus; Heilung nach zwei elektrischen Sitzungen. Die 29jährige Kranke, Mutter mehrerer Kinder, empfand seit 8 Monaten Schwere im Unterleibe, Schmerz in der rechten Inguinalgegend und Eingeschlafensein im rechten Bein, hatte ausserdem Nierenschmerzen und *Fluor albus*, aber keine Verstopfung, keine Dysurie. — Es wurde ein elektrischer Strom 5 Minuten angewandt und ein Pol auf das Hypogastrium, der andere auf das *Collum uteri* gesetzt. Patientin fühlte ein Kriebeln und bemerkte, dass sich im Leibe etwas erhebe. Gleich nach der Sitzung erschien der Uterus weniger nach vorn geneigt; die Schmerzen waren verringert und während der am nächsten Tage vorgenommenen elektrischen Sitzung hatte die Kranke das Gefühl, als werde etwas von der rechten Inguinalgegend nach dem Hypogastrium zu geschoben. Am nächsten Tage mehr Schmerz und stärkerer *Fluor albus*. Am folgenden Tage erschien bei der Untersuchung die Anteflexion beseitigt und zugleich waren die Schmerzen und das Eingeschlafensein in der rechten untern Extremität verschwunden. Dieses günstige Resultat erhielt sich auch.

2) Retroflexion des Uterus mit Vorfall bei einer 40jährigen Frau, seit 4 Jahren mit Schmerzen bestehend. Der Uterus erschien zugleich etwas voluminös. Bei der 5 Minuten dauernden elektrischen Reizung des Uterus fühlte die Kranke eine zitternde Bewegung im Unterleibe; gleich nachher erschien der Uterus kleiner,

---

[1]) Compendium der Elektrotherapie. Wien 1869. S. 129.

[2]) L'Union 134. 1859.

härter und weniger rückwärts gebeugt. Am andern Tage waren vermehrte Schmerzen vorhanden, dazu häufiger Urindrang und Schwere im Mastdarm. Neue elektrische Sitzung, welche eine fast vollständige Geradstellung der Uterus zur Folge hatte. Nach abermals 2 Sitzungen war die Kranke bis auf den Prolapsus geheilt.

3) Anteflexion des Uterus bei einer 34jährigen Frau, die 9 mal geboren hatte, mit Schmerzen in der rechten Inguinalgegend, Schwere und Druck im Unterleibe, Urindrang, *Fluor albus*. Der Körper des Uterus erschien im rechten Winkel auf das Collum anteflectirt. Während einer elektrischen Sitzung von 5 Minuten wurde die normale Lage des Uterus vollkommen hergestellt.

4) Eine 20jährige Näherin empfand, nachdem sie vor 5 Wochen geboren hatte, heftige Schmerzen im Unterleibe. Es zeigte sich Anteflexion des weichen und vergrösserten Uterus, verbunden mit einem schleimigen Ausflusse. Nach der 5 Minuten dauernden, schmerzhaften Elektrisirung des Uterus erschien derselbe resistenter und weniger anteflectirt. Bei einer 2. Sitzung hatte die Kranke ähnliche Empfindungen, wie bei Kindesbewegungen. Nach 3 weiteren Sitzungen war die Anteflexion beseitigt, zeigte sich jedoch nach einigen Tagen wieder. Eine neue elektrische Reizung hatte eine Umkehrung der Anteflexion in eine leichte Anteversion und vollständige Heilung zur Folge.

Als Stromgeber für das *Collum uteri* diente eine bis an den olivenförmigen Knopf mit Kautschuk isolirte Sonde. Die Kranke befand sich in Steinschnittlage, ein Speculum wurde eingebracht, in diesem die Sonde bis an das *Collum* eingeführt und hier fest angehalten. Der andere Stromgeber wurde in der Inguinalgegend aufgesetzt und mit schwachem Strom begonnen, der allmählich verstärkt wurde. Die Sitzungen dauerten nicht über 5 Minuten.

Der Uterus schien nach der Sitzung immer hart, wobei Fano daran erinnert, dass der elektrische Strom bei Hämorrhagieen wegen Trägheit des Uterus mit Erfolg angewendet werden könne. Da die vordern Muskelfasern des Uterus denselben nach vorn und unten, die hintern nach hinten und unten ziehen, so wird man bei der Behandlung der Anteflexion vorzüglich die hintern Fasern und bei einer Retroflexion vorzüglich die vordern Fasern zu reizen haben. Die Olive des Stromgebers muss also bald an der vordern, bald an der hintern Seite des *Collum uteri* angelegt werden.

Dr. Tripier in Paris[1]) behandelte ebenfalls die Anschwellungen und Lageveränderungen des Uterus mittels Inductions-Elektricität. Er bringt eine Elektrode durch ein Speculum an den Muttermund, die andere in den Mastdarm, so hoch, dass sie dem Gebärmutterkörper entspricht. Die erregten Contractionen sind oft sehr schmerzhaft, daher mit schwachen Strömen zu beginnen ist.

---

[1]) Allg. Wien. med. Ztg. VI. 41. 42. 44. 1861.

Die Sitzung dauerte etwa 5 Minuten. — Dieses Verfahren hat den Vorzug, „dass es den Uterus als ein lebendiges Organ behandelt, und nicht (wie der *Redresseur utérin* u. s. w.) blos als einen Maschinenkörper.“

Beau[1]) bediente sich der Faradisation bei entzündlichen Zuständen des Mutterhalses, bei Hypertrophie, Schleimfluss und Ulcerationen und erreichte in Fällen, die vergeblich durch Kauterisation u. s. w. behandelt worden waren, Besserung, ja vollständige Heilung. Es wurde ein Stromgeber in dem Speculum bis an den Muttermund geführt, der andere Stromgeber auf die Bauchdecken gesetzt und so der Strom mehrere Wochen lang täglich fünf Minuten lang angewendet.

Bei *Amenorrhöe* und *Dysmenorrhöe* wurde die Inductionselektricität mit bestem Erfolg angewandt von Dr. van Holsbeék und Dr. Bitterlin[2]) und zwar entweder elektrocutane Reizung der Waden oder der Brust oder directe Reizung des Uterus mittels des primären Inductionsstromes durch einen passenden Stromgeber.

Salovieff[3]) heilte nach dem Vorgange von Braun *Dysmenorrhoea membranacea* durch Elektricität und zwar sowohl durch Galvanisation des Rückenmarks und des Sympathicus als auch durch örtliche Faradisation, wobei die eine Elektrode aussen in der Gegend der Ovarien aufgesetzt, die andere Elektrode in die Gebärmutterhöhle eingeführt wurde. In einem Fall, der vier Monate lang in dieser Weise behandelt wurde, verschwand die Hyperästhesie, die Scheide wurde straffer, der Uterus härter, die *Decidua menstrualis* blieb aus, die Leukorrhöe hörte fast ganz auf, die grosse Reizbarkeit schwand und die Kranke erholte sich vollkommen, menstruirte normal und gebar später einen gesunden Knaben. Es soll ein schwacher Strom angewendet werden, der allmählich verstärkt wird, bis man Contraction bemerkt.

Zur Erregung kräftiger Contractionen des Uterus bei Wehenschwäche und bei Blutungen nach der Geburt ist die Elektricität oft mit günstigem Erfolg angewendet worden und zwar meistens die Faradisation des Uterus, wobei der negative Pol im Cervicalcanal, der positive Pol im Rectum 3—5 Minuten applicirt wurde. Sicher werden dabei Contractionen des Uterus angeregt, die jedoch nach den Erfahrungen von Germain und Tripier[4]) über ein gewisses Maass

[1]) Gaz. des Hôp. 144. 1860.
[2]) Ann. de l'électr. méd. Nr. 7.
[3]) Archiv für Gynäkologie VIII. 3. 1875.
[4]) Allg. med. Centralz. 1876. No. 42.

nicht hinausgehen und niemals so stark werden, dass sie ein gesundes Ei vor seiner Reife von der Gebärmutter ablösen könnten.

Dagegen wurde nach dem Vorgange von FRANK, GOLDING BIRD und anderen, in neuerer Zeit besonders von v. GRÜNEWALD[1]) die Anwendung der Inductionselektricität zur Einleitung der künstlichen Frühgeburt benutzt. Es wurden durch 2 flache Elektroden (von 6—7 Cm. im Durchmesser haltender Oberfläche) kaum fühlbare secundäre Inductionsströme 10—15 Cm. von einander entfernt auf den *Fundus uteri* aufgesetzt und der Strom allmählich verstärkt soweit es die Schwangere ertragen konnte. 3—5 Sitzungen von 3—5 Minuten Dauer genügten, um Wehen einzuleiten, welche in regelmässiger Weise die Geburt herbeiführten.

Weitere Versuche und Erfahrungen werden zweifellos dahin führen, der Elektricität auch in der Geburtshülfe eine dauernde und hervorragende Stellung zu sichern.

---

[1]) Archiv für Gynäkologie VIII. 1875.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

